

# 電波発射源可視化装置

Radio Source Visualizing System

上村 幸弘

下牧 裕和

■ KAMIMURA Yukihiko

■ SHIMOMAKI Hirokazu

携帯電話や無線 LAN など電波を利用するシステムの普及により、電波はわれわれの生活をより便利にするものとして必要不可欠となってきている。その一方、不法無線局による混信・妨害の電波障害により、良好な電波利用環境が脅かされている。

総務省では不法電波を取り締まるための電波監視を行っており、東芝は、総務省からの請負により不法な電波発射源の位置を容易に特定できる可搬型の電波発射源可視化装置の開発を進めている。電波発射源可視化装置は、目に見えない電波の発射状況を視覚的にとらえることができる装置である。今回、これまでに開発した装置<sup>(1)</sup>に比べ、小型化や受信周波数範囲の広帯域化が実現できたことにより、運用性の向上が図れ、より効率的に不法無線局が発見できると期待されている。

Radio waves are playing an increasingly vital role in people's lives with the popularization of mobile phones and wireless LAN systems. However, the radio wave usage environment faces the threat of interference or denial of service, which may be produced by unlicensed and unlawful radio stations.

Toshiba has developed a portable radio source visualizing system in response to the government's call for assistance in effective monitoring of illegal radio waves. This system, which indicates suspected sources of radio wave emissions in a monitored area, is more compact and can monitor a wider range of radio waves than conventional systems. As a result, it is expected that unlicensed radio stations will be able to be found more easily.

## 1 まえがき

携帯電話や無線 LAN など電波を利用するシステムの普及により、電波は日常生活に必要不可欠なものとなり、良好な電波利用環境を維持することがこれまで以上に重要になってきている。

良好な電波利用環境を脅かすものとして、不法無線局から送信される不法な電波が挙げられる。不法無線局は、以前は不法アマチュア無線局や不法パーソナル無線局などが多かったが、最近では、不法な携帯電話中継装置の設置が増加し、周辺での通話を阻害する事例も多くなってきている<sup>(2)</sup>。

携帯電話中継装置は、通常は電波が届きにくい地下飲食店などで、携帯電話の利用を可能とするためのものである。携帯電話中継装置は通信事業者により設置されるべきものであるが、安価で不法な中継器が多数普及しており、付近の携帯電話基地局や携帯電話端末に悪影響を及ぼす事例が増加している。

電波発射源の位置を特定しづらい周囲条件下においても、不法無線局を容易に発見できる可搬型の装置が望まれている。東芝は、不法無線局の取締りを行っている総務省からの請負により、可搬型の電波発射源可視化装置の開発を進めている。

電波発射源可視化装置は、電波発射源からの電波の発射状況を視覚的にとらえ、電波発射源の位置を特定できる装置であり、不法無線局の発見に役だつものとして期待されている。

ここでは、当社が今回開発した可搬型の電波発射源可視化装置について述べる。

## 2 電波発射源可視化装置の概要

### 2.1 特長

この装置は、受信した電波の到来方向を2次元(方位角、仰角)に測定し、カメラで撮影した背景画像上に合成表示することにより、容易に電波発射源の位置を特定することができる。運用概念を図1に示す。

車両が入り込めないような場所でも、可搬型のこの装置を持ち込むことにより、電波発射源の位置が特定できる。

携帯電話から発射された電波を実際に可視化した例を図2に示す。赤く表示されている部分が電波の強いところを示しており、電波発射源の位置をカメラ画像上に示している。

### 2.2 構成

装置の構成を図3に示す。アンテナ部、受信部、信号処理部、表示部、電源部及び広帯域受信部で構成される。

(1) アンテナ部は、電子走査式アレーアンテナで受信した

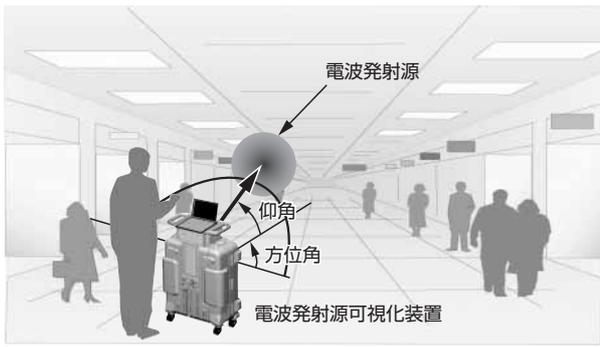


図1. 電波発射源可視化装置の運用概念 — 可搬型の電波発射源可視化装置により、車両が入り込めないような地下街や街中においても、不法無線局を発見することができる。

Operating concept of radio source visualizing system

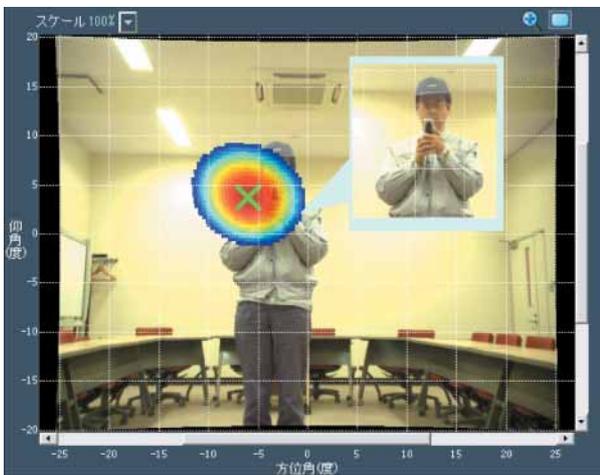
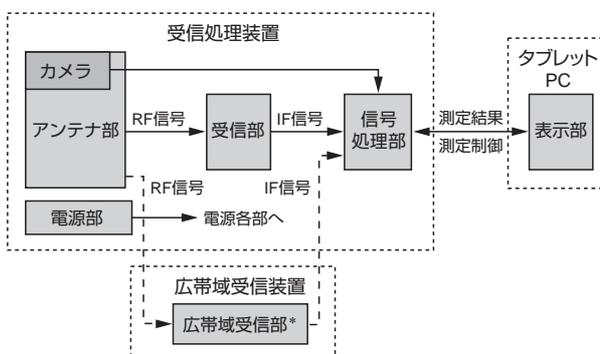


図2. 携帯電話から発射された電波の可視化例 — 作業員が持っている携帯電話から発射された電波を可視化している。

Example of radio source indication on monitor screen: mobile phone



\* 広帯域受信部は、受信帯域を2,200～6,000 MHzとする場合だけ使用する。

図3. 電波発射源可視化装置の構成 — アンテナ部・受信部で受信した電波を信号処理部で処理し、表示部で測定結果を表示する。

Configuration of radio source visualizing system

電波を高周波数 (RF) 信号として出力する。また、背景画像を撮影するための広角の可視カメラを一体化実装している。

- (2) 受信部は、受信周波数範囲が800～2,200 MHzで、アンテナ部からのRF信号を信号処理部で処理できるような中間周波数 (IF) 信号に変換する。
- (3) 信号処理部は、IF信号を高速AD (Analog to Digital) 変換によりデジタル化し、受信した電波の到来方向と放射強度分布を2次的に求める処理 (可視化処理) を行う。また、カメラ画像に可視化処理結果を合成処理する。
- (4) 表示部は、屋外使用時の操作性を考慮し、タッチペン操作のタブレットPC (パソコン) を採用している。可視化処理結果が合成されたカメラ画像や受信した電波のスペクトラム (周波数に対する強度分布) を表示する。
- (5) 電源部は、リチウムイオンバッテリー実装しており、4時間の連続使用が可能である。
- (6) 広帯域受信部は、受信周波数範囲が2,200～6,000 MHzで、アンテナ部からのRF信号をIF信号に変換する。

### 2.3 小型化の実現

この装置は、地下街や繁華街など車両が入り込めないような場所で機動的に運用できるように、各構成部品を小型化してキャスター付きのトランクケースに収納している。装置の外観を図4に示す。

アンテナ部に薄型の電子走査式アレーアンテナを、受信部にコンパクトなRFモジュールを、信号処理部に高速のCPUボードを、電源部に小型のリチウムイオンバッテリーを採用することにより、装置の小型化を実現している。

### 2.4 受信周波数範囲の広帯域化の実現

現在の携帯電話では、主に800～2,200 MHzの周波数範囲が用いられており、不法携帯電話中継器の探索を行ううえで、この装置の受信部は十分な周波数範囲をカバーしている。



図4. 電波発射源可視化装置の外観 — アンテナ部を含む装置一式を、キャスター付きトランクケースに収納している。

Appearance of radio source visualizing system

また、受信部と信号処理部が一度に受信処理可能な帯域を40 MHzとしており、無線LAN (IEEE 802.11a, b, g (米国電気電子技術者協会規格 802.11a, b, g)) で用いられるような電波にも対応している。

一方、次世代の携帯電話では、4 GHz帯が用いられることが検討されている。また、無線LANもIEEE802.11aの5.2 GHz帯のような高い周波数帯の利用が増えてくると考えられる。

このような背景から、この装置の対応周波数範囲は、今後電波利用の増加が見込まれる高い周波数帯(～6,000 MHz)にも対応できるように広帯域化を考慮している。

実現に際しては、アンテナ素子特性の制約により、周波数範囲を以下の二つに分割し、対象とする周波数範囲に応じたアンテナ部、受信部(あるいは広帯域受信部)を用いることにより、800～6,000 MHzに対応している。

- (1) 800～2,200 MHz
- (2) 2,200～6,000 MHz

### 2.5 対応可能な電波の種類

この装置では、可視化をデジタル信号処理により実現しており、無変調波や各種変調波に対応することができる。

また、連続的に送信された電波だけでなく、PDC (Personal Digital Cellular) 方式の携帯電話や無線LANなどの間欠波(短い時間間隔で断続的に送信された電波)にも対応することができる。電波の送信されている期間が100 ms以上あり、繰り返し送信されている間欠波に対応している。

### 2.6 電波の周波数分析

受信した電波の周波数分析を行い、周波数と電界強度をスペクトラムとして表示できる。このことにより、電波発射源が不法無線局か否かを判定できるほか、特定のスペクトラムを選択して電波発射源の可視化を行ったり、スペクトラムの特徴から電波発射源の種類も判別できる。

### 2.7 リアルタイム性

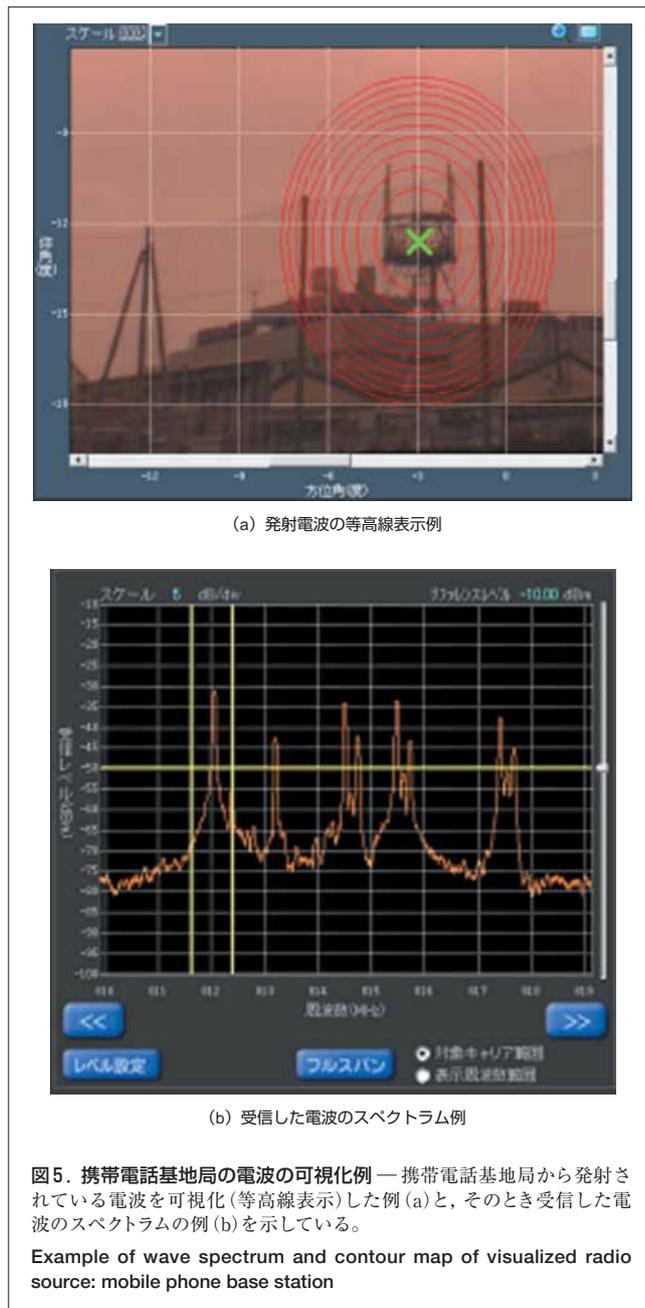
アンテナ部で受信した電波を表示部に可視化表示するまでの処理は、0.5秒以下で実現している。短時間に連続的に繰り返し測定できるため、リアルタイムに可視化した結果を見ることができる。

## 3 電波発射源可視化装置の試験結果

### 3.1 携帯電話基地局の可視化例

携帯電話基地局から発射される電波を可視化した例とそのときのスペクトラムを図5に示す。図5(a)のように、電波の強さを等高線で表示し、もっとも電波が強い部分を×印で示している。また、図5(b)のスペクトラム表示では、横軸に周波数、縦軸に受信した電波の強度を示している。

この例のように、通常、複数の携帯電話基地局から送信された電波が同時に受信されるため、スペクトラムを見ただけ



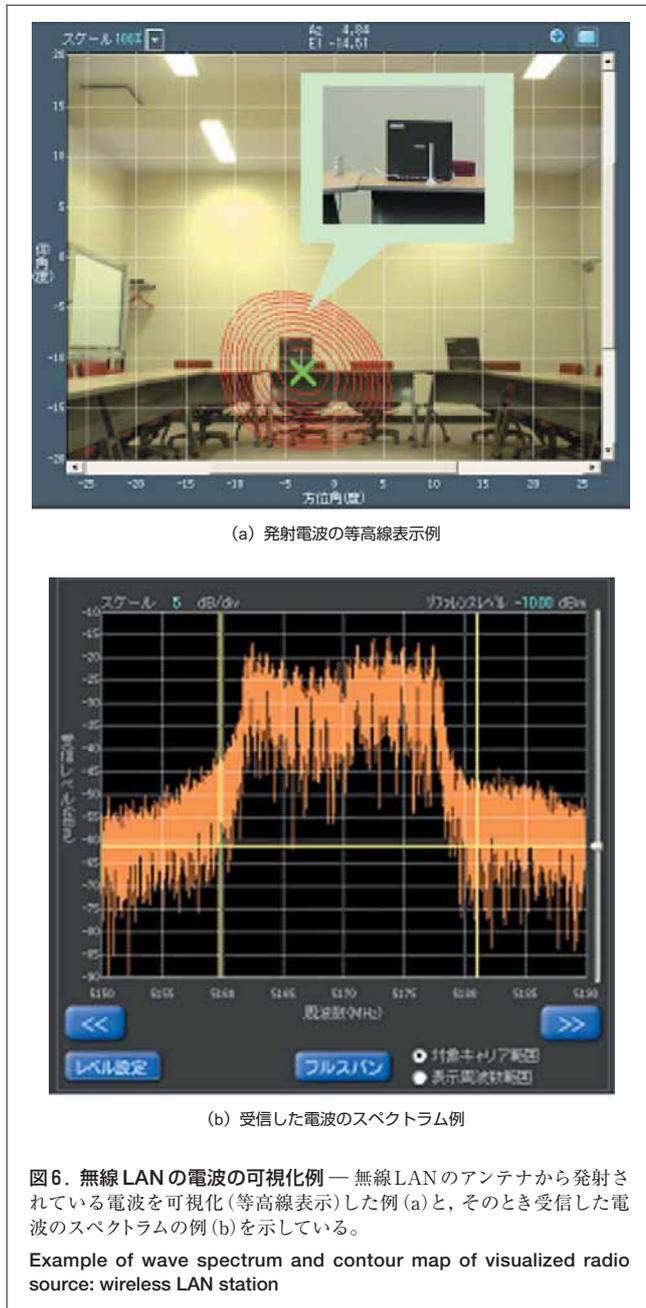
では目的とする基地局からの電波か否かを判別できない。このため、電波発射源可視化装置では、スペクトラム表示において、周波数範囲(黄色の縦線2本で囲まれた範囲)と受信レベル範囲(黄色の横線1本で示された受信レベルのしきい値を超える範囲)を指定することにより、可視化する電波を選択することができる。スペクトラム表示上をタッチペンでドラッグすることにより周波数範囲と受信レベルのしきい値を指定し、可視化対象とする電波を選択してその電波発射源を表示している。

### 3.2 無線LANの可視化例

無線LANのアクセスポイント(AP)から発射された電波(5.2 GHz帯, IEEE802.11a OFDM (Orthogonal Frequency

Division Multiplex)変調方式)と、そのときのスペクトラムを  
図6に示す。

図6(a)のノートPCの手前にある無線LANのAPから電波が発射されているようすがわかる。



## 4 あとがき

電波発射源可視化装置は、電波発射源からの目に見えない電波の発射状況を視覚的にとらえることが可能となる装置である。

今回、可搬型の装置を実現できたことにより、地下街や繁華街などで機動的に運用できるようになり、このような周囲条件下においても容易に電波発射源の特定が可能になった。

また、受信可能周波数範囲が800～6,000 MHzと広帯域化が実現でき、電波利用の増加が予想される高い周波数帯に対応可能となった。

今後は、電波利用の多様化に即して、電波発射源可視化装置を更に進化させてゆきたい。

## 謝 辞

電波発射源可視化装置の開発にあたり、ご指導、ご助言をいただいた総務省 総合通信基盤局 電波部 電波環境課 監視管理室の関係各位に深く感謝の意を表します。

## 文 献

- (1) 下牧裕和, ほか. 電波発射源可視化装置. 東芝レビュー. 60, 11, 2005, p.33-36.
- (2) 総務省. 電波利用ホームページ.  
<<http://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>>, (参照2006-08-18).



上村 幸弘 KAMIMURA Yukihiro  
社会システム社 小向工場 レーダ・センサ技術部。  
電波監視システムの開発に従事。  
Komukai Operations



下牧 裕和 SHIMOMAKI Hirokazu  
社会システム社 小向工場 レーダ・センサ技術部。  
電波監視システムの開発に従事。  
Komukai Operations