

電波発射源可視化装置

Radio Source Visualizing System

下牧 裕和

■ SHIMOMAKI Hirokazu

川野 修一

■ KAWANO Shuichi

携帯電話をはじめとした無線局の急激な増加に伴い電波利用状況の過密化が進んでおり、不法無線局が送信する不法電波による混信・妨害の影響が深刻化している。この不法無線局の取締りを行うため、不法無線局の位置特定に活用することを目的として、東芝は総務省からの請負により電波発射源可視化装置の開発を進めている。

今後、電波発射源可視化装置は電波の発射位置を可視化できる特長を生かし、不法無線局の位置特定だけでなく遭難救助や携帯電話の使用状況確認など、様々な応用が期待される。

With the rapid increase in radio stations as typified by the proliferation of mobile phones, depletion of the radio wave spectrum is becoming a grave social problem such that even a small number of unlicensed and unlawful radio stations could endanger the radio wave users' community, causing mutual interference or denial of service.

Toshiba has developed a radio source visualizing system whose display indicator outputs a photo image with overlaid markings on the suspected areas of radio wave emission, which can assist governmental radio wave administration. The novel and inventive concept of this system permits its applicability to be readily expanded to search-and-rescue operations, detection of eavesdropping, real-time spotting of mobile phone users in a crowd, and so on.

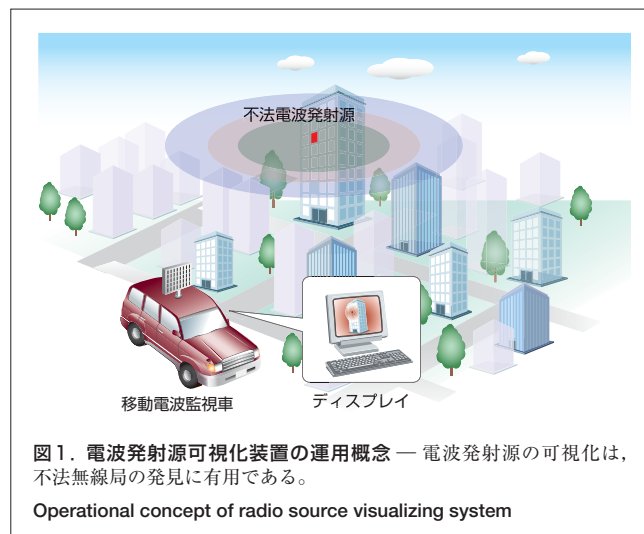
1 まえがき

不法無線局から送信される不法電波は、隣接する周波数を利用する正規の無線局に混信・妨害などの影響を与えている⁽¹⁾。近年、携帯電話をはじめとした無線局数の急激な増加に伴い、電波利用状況の過密化が進んでおり、不法電波による混信・妨害の影響は更に深刻化している。

最近の例では、不法携帯電話中継装置の設置も増えており、周辺の携帯電話の通話を阻害する事例も報告されている。

電波発射源可視化装置は、電波発射源（電波が発射されている場所）を視覚的にとらえることができる装置であり、東芝は総務省からの請負により、不法無線局の発見に使用することを目的として開発を進めている。電波発射源可視化装置の運用概念の一例として、この装置を車に搭載した移動電波監視車について図1に示す。ビルの一室から不法電波が発射されている場合、その近隣で移動電波監視車によって測定を行うことにより、ディスプレイ上で不法電波発射源の位置を容易に特定することができる。

ここでは、当社が開発した電波発射源可視化装置の概要と機能を紹介し、2004年10月に開催された国際航空宇宙展への出展のようす、及び将来に向けた応用の広がりについて述べる。



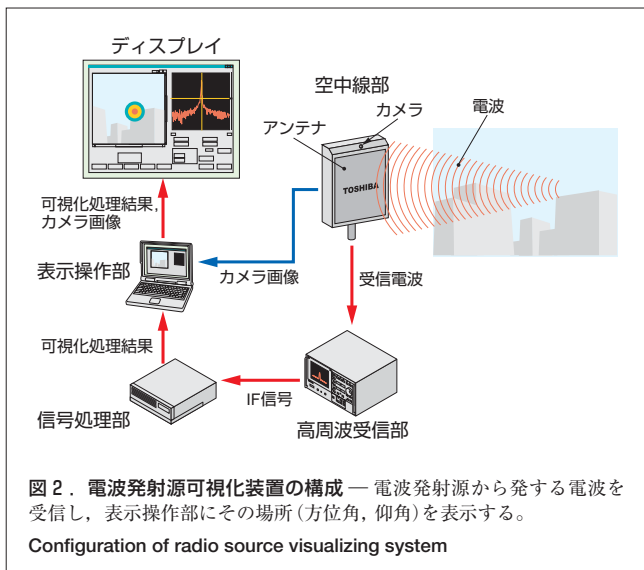
2 電波発射源可視化装置

電波発射源可視化装置の概要と機能について述べる。

2.1 電波発射源可視化装置の構成と働き

電波発射源可視化装置は、空中線部、高周波受信部、信号処理部、表示操作部で構成される(図2)。

空中線部のアンテナは、電子走査アレーアンテナ方式を採用しており、それぞれのアンテナ素子を高速に切り替えて、1素子ずつ電波の受信を行い、高周波受信部で中間周波数



(IF) 信号に変換する。信号処理部では、IF 信号の A/D (Analog to Digital) サンプリングにより信号のデジタル化を行い、信号の振幅情報及び位相情報を元に電波発射源の可視化(以下、電波の可視化という)処理を行っている。表示操作部では、空中線部に装着されたカメラで撮影した画像を取り込んで表示し、電波の可視化処理結果の像と重ね合わせる。実測例をもとにその動作概念を図3に示す。

図3(a)がカメラで撮影した画像であり、図3(b)が電波の可視化処理結果の像である。これらを重ね合わせたものが図3(c)の左側の画像である。

2.2 電波発射源可視化装置の特長

様々な周波数や、複雑化している電波型式に対応するため、電波発射源可視化装置が備えている特長について述べる。

2.2.1 広角表示及び高精度特定

広角レンズ及び広角撮影に対応したカメラを用い、方位角方向 $\pm 30^\circ$ 、仰角方向 $\pm 22.5^\circ$ の広視野角を実現している。なお、広角カメラを用いたため、撮影したカメラ画像には、レンズによるひずみが生じるが、この誤差は表示操作部で補正することにより解消している。

電波発射源の特定精度は、空中線部のアンテナが大きいほど向上する。測定する電波の周波数が変わらない場合は、アンテナが大きくなるほどより多くの情報を取得できるためである。現在の空中線部は縦横それぞれ1mの大きさであるが、カメラ画像の補正による精度向上と、信号処理上の様々な補正により、電波発射源特定精度 2° rms (root mean square)を実現している。

2.2.2 広帯域対応

電波発射源可視化装置は、750 MHz ~ 2,600 MHzの広い周波数範囲の電波に対応できる。一括で測定できる周波数帯域幅は5 MHzであり、この範囲のすべての信号を瞬時に測定できる。

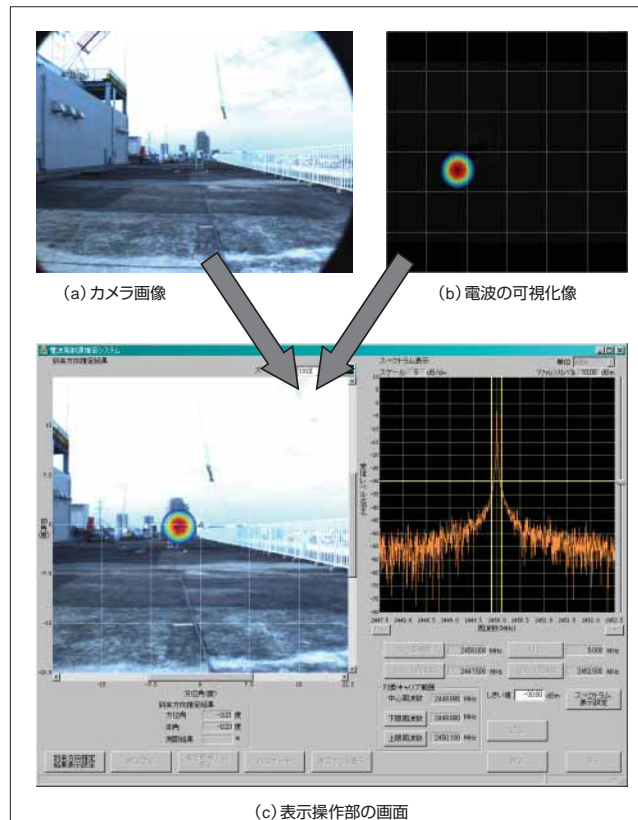


図3. 画像の重ね合わせ — カメラ画像と電波の可視化結果を重ね合わせることで電波発射源を特定できる。

Superimposed radio source image on camera image

また、図3(c)の右側のスペクトラム表示に黄色い線で示すように、帯域内の受信信号の周波数範囲及び信号レベルを指定することで、可視化したい信号を絞り込んで表示を行うことができる。スペクトラム表示上に複数の信号が存在する場合に有用な機能である。

2.2.3 連続測定機能

空中線部での電波の受信から、表示操作部での電波の可視化表示までの一連の処理に要する時間は0.5秒以下である。この高速処理の特長を生かし、処理を0.5秒ごとに繰り返す連続測定機能を備えている。この機能により、電波発射源が移動体であっても、追従して可視化を行うことにより電波発射源の位置を特定することが可能である。

2.2.4 間欠的電波への対応

不法電波は連続して発射される連続波だけでなく、一時的に発射される間欠的な電波の場合もある。このような電波にも対応できるよう、信号処理部は電波の有無判断機能も持っている。例えば、不法電波が一瞬だけ発射される場合、100 msの送信時間であれば可視化可能である。また、更に短時間の送信時間であっても、間欠的電波が繰り返して発射される場合では、1 msの送信時間でも可視化可能である。

この処理を更に応用し、PDC (Personal Digital Cellular)

方式の携帯電話にも対応可能である。PDC方式は同じ周波数の電波を時間的に分割し、複数の携帯電話端末が利用する方式である。

3 国際航空宇宙展でのデモンストレーション

2004年10月に行われた国際航空宇宙展に、電波発射源可視化装置を出展した。国際航空宇宙展では、電波発射源の可視化のデモンストレーションとともに、“安心と信頼”をキーワードに“電波の可視化”を利用した様々なアプリケーション



図4. デモンストレーションのようす — 説明員が持っている携帯電話端末の電波を可視化している。

Demonstration of radio source visualizing system at Japan Aerospace 2004



図5. 電波発射源可視化装置の空中線部 — 空中線部の上部にカメラを装着している。

Receiving array antenna with camera on top

を紹介した。

デモンストレーションでは、携帯電話端末と無線LANの電波の可視化を行った。

携帯電話端末のデモンストレーションでは、電波発射源可視化装置の近くにある携帯電話端末が送信する電波を可視化できることを示した。

また、無線LANのデモンストレーションでは、ノートパソコンに取り付けた無線LANカードから発射される電波(2.4GHz帯)を可視化できることを示した。

携帯電話端末のデモンストレーションのようすを図4に、電波発射源可視化装置の空中線部の外観を図5に示す。

4 電波発射源可視化装置の応用例

電波発射源可視化装置は、不法無線局の発見だけではなく、“電波の可視化”という特長を生かして様々な応用が期待できる。

ごく一部ではあるがその応用の可能性として、救難信号元の位置搜索、盗聴などの監視、及び携帯電話の監視の例を



図6. 救難信号発信元の位置搜索 — 山や海での遭難者から携帯電話や発信機で何らかの呼びかけがあった場合、電波の可視化を行うことで遭難者の位置を迅速に把握できる。

Remote location of distress calls by mobile phone, etc.

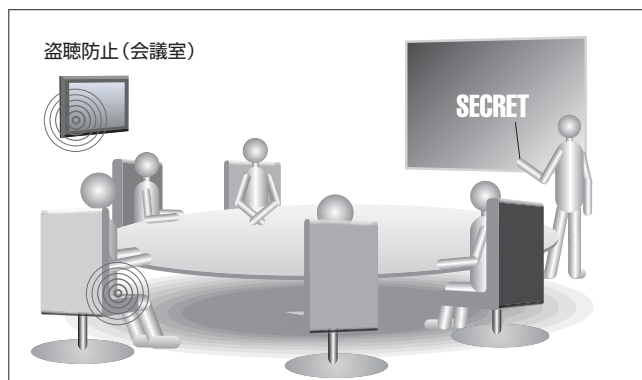


図7. 盗聴などの監視 — 盗聴、盗撮に使われる発信機や携帯電話を監視できる。

Detection of eavesdropping device

携帯電話の発見(キャビン)

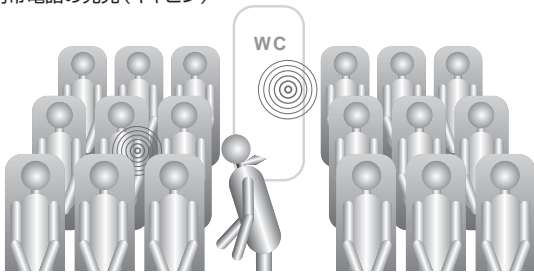


図8. 携帯電話の監視 — 携帯電話の使用が禁止されている場所(電車内や飛行機内など)で、携帯電話の使用状況を確認できる。

Monitoring of mobile phone use in prohibited area

図6, 図7, 図8に示す。

このように電波発射源可視化装置は、電波を発射する機器に対して様々な用途で応用可能である。

5 あとがき

国際航空宇宙展で電波発射源可視化装置の出展及びデモンストレーションを行った結果、多くの人々が“電波の可視化”について関心を示した。

今後、より小型にすることで運用性を向上させるとともに、より広い周波数帯に対応した電波発射源可視化装置の開発、提供を目指す。

謝 辞

電波発射源可視化装置の開発、及び国際航空宇宙展への出展にあたり、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) 総務省. 電波利用ホームページ. <<http://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>>. (参照2005-05-23).



下牧 裕和 SHIMOMAKI Hirokazu

社会ネットワークインフラ社 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



川野 修一 KAWANO Shuichi

社会ネットワークインフラ社 小向工場 レーダ・センサ技術部
グループ長。電波監視システムの開発に従事。
Komukai Operations