

短波監視施設 (DEURAS-H)

Detect Unlicensed Radio Stations - HF Direction Finder

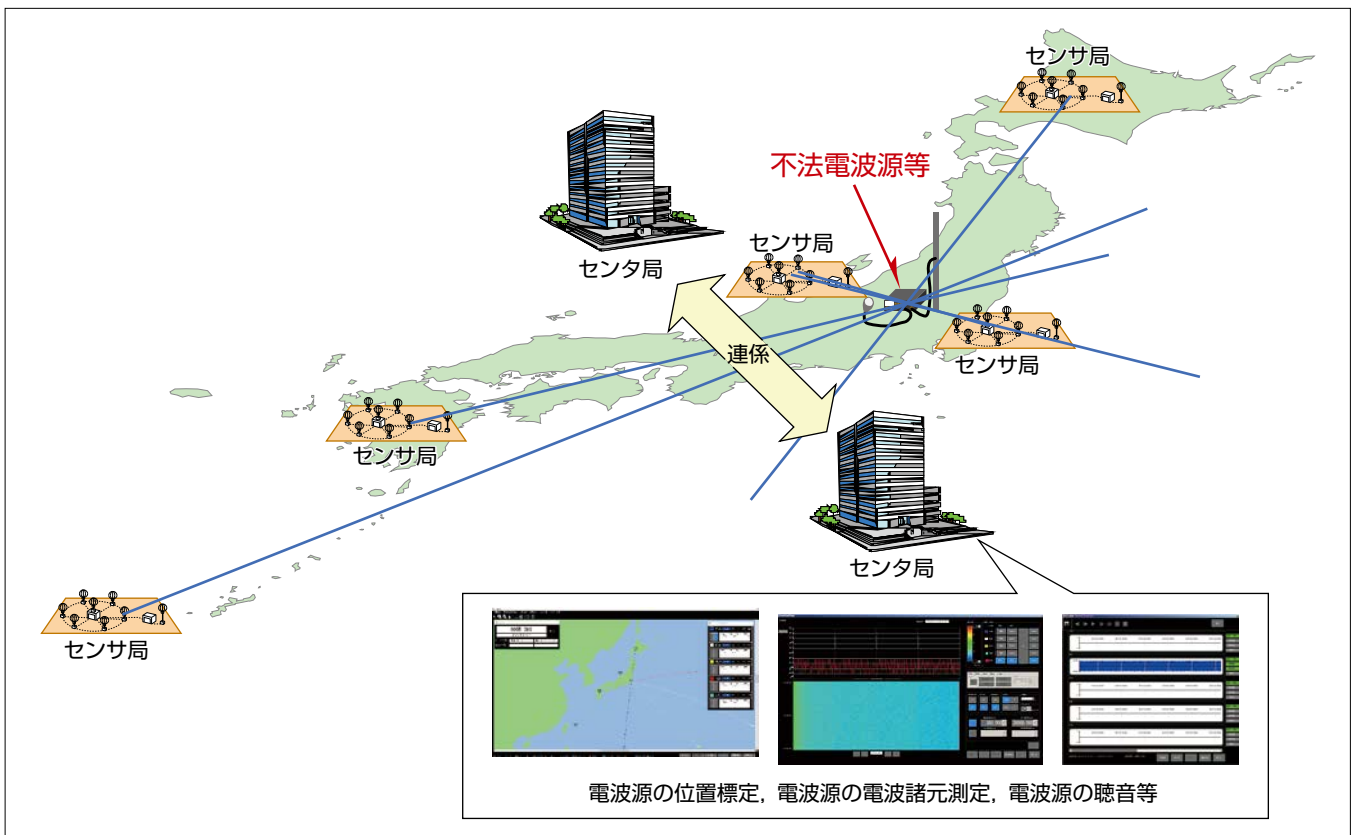
要旨

IoT(Internet of Things)化等, 社会の情報化はますます進展する一方で, 情報化社会で電波を用いた無線通信の役割は非常に大きく, 我々の生活に欠かせない存在となっている。無線通信の役割が高まるほど, 安定した無線通信の享受が必要不可欠となる一方で, 無線通信は空間を介する特徴を持つため, 異なる無線通信間で相互に干渉する場合や意図的に無線通信に対する妨害が行われると, 無線通信のサービスを安定して享受できないという問題が発生する。

このような問題を排除し, 国内での安定した電波利用環境を実現するため, 総務省では電波利用環境保護行政の一環で電波監視業務を執り行っている⁽¹⁾。電波監視業務を適切かつ効率的に行うために, 総務省では電波監視業務に

活用する施設としてDEURAS(DEtect Unlicensed RADio Stations)を保有しており, 三菱電機ではAM(Amplitude Modulation)ラジオ等で用いられる低い周波数帯から, 衛星通信で使用される高い周波数まで, 幅広い周波数に対応する電波監視施設及び設備を納入している。

本項では, 短波帯の電波監視を行うための施設である短波監視施設(DEURAS-H)について, 概要やその特長について述べる。DEURAS-Hでは不法電波を発する電波源の位置の判別等が可能であり, このような電波発射を行う利用者へ電波発射の停止を促す勧告を行う等の電波監視業務を可能にしている。当社では電波監視施設及び設備を通じ, 安心・安全な社会の実現に貢献している。



DEURAS-Hの概要

DEURAS-Hは, 短波帯の電波の発射状況等を監視するための施設である。センサ局で不法電波源等から発せられる電波を収集・測定後, センタ局へWAN(Wide Area Network)回線経由で伝送する。センタ局では複数のセンサ局で収集した不法電波源等に対する到来方位の交点から不法電波源等の位置を特定する。センタ局はディザスター対応で物理的に離隔した場所に2局配備して安定した稼働を提供し, 社会の安心・安全に貢献する。

1. ま え が き

情報通信社会で、無線通信は我々の生活に欠かせない存在である一方で、情報化社会での無線通信の電波利用増大に伴い、不法電波等による電波干渉の問題が発生している⁽²⁾。無線通信を安心・安全に利用するためには、適正に無線通信が行われているか監視が必要であり、総務省では、これに対応するため、電波監視を行うDEURASを運用している。当社では総務省向けに電波監視に関連した施設及び設備を納入しており、これらについて述べる。

2. 当社が担当する電波監視施設及び設備

当社では、中波(Medium Frequency : MF)帯からマイクロ波(Super High Frequency : SHF)帯に至るまでの幅広い周波数帯の電波監視を実現する施設及び設備を納入している⁽³⁾。

2.1 短波監視施設 (DEURAS-H)

DEURAS-Hは、300kHzから30MHzまでの船舶通信や国際通信等で使用される周波数帯の電波に対する干渉源や不法電波源を発見し、その位置特定を行う施設である。当社では、電波受信や各種信号の測定を行うセンサ局と、センサ局への制御や位置標定等を行うセンタ局双方について納入している。

2.2 遠隔方位測定設備 (DEURAS-D)

DEURAS-Dは、25MHzから3.6GHzまでの消防無線、防災行政無線や携帯電話等で使用される周波数帯の電波に対する干渉源や不法電波源を発見し、その位置特定を行う設備である。当社では、電波受信を行うセンサ局について納入している。

2.3 宇宙電波監視施設 (DEURAS-S)

DEURAS-Sは、静止軌道衛星を監視する静止衛星監視設備及び非静止軌道衛星を監視する非静止衛星監視設備で構成されている。静止衛星監視設備は、静止軌道衛星が発する1.5GHz帯から21GHz帯の電波の諸元や衛星の軌道位置が正しく運用されているかの確認や、静止軌道衛星を介した衛星通信への混信が発生した場合の電波源の位置特定を行う施設である。非静止衛星監視設備は、非静止軌道衛星が発する60MHzから10GHzまでの電波の諸元や衛星軌道位置が正しく運用されているかの確認等を行う。当社では、静止衛星監視設備及び非静止衛星監視設備共に納入している。

3. 短波監視施設 (DEURAS-H)

3.1 構成

図1にDEURAS-Hの構成を示す。DEURAS-Hは国内5か所にセンサ局、2か所にセンタ局が設置されている。センサ局制御は、センタ局から行うほかに総務省総合通信局に設置されている端末(以下“端末”という。)からも可能であり、センタ局からの制御とは独立にセンサ局制御が可能である。

各センサ局では、センタ局から設定された諸元に基づき、電波の測定や、受信した電波の到来方位を算出し、受信信号のIQ(In-phase and Quadrature)データや到来方位の計算結果をWAN回線経由でセンタ局へ伝送する。

センタ局では、センサ局に対する制御権の管理及び割当てや、センサ局へ測定諸元等を設定する役割を果たす。また、センサ局から送達されて受信した電波の各種情報を分析する役割も果たす。

3.2 機能

DEURAS-Hでは、主に、到来電波の諸元を測定する電波諸元測定機能、到来電波の方位測定機能、位置標定機能及び到来電波の中身を確認する聴音機能を持つ。これら主要機能に加え、24時間絶え間ない電波の監視を可能にする予約測定機能や、一度分析した結果の分析条件を変更して後から再生分析を可能にする機能を持つ。

3.2.1 電波諸元測定機能

電波諸元測定機能はセンサ局が持つ機能であり、電波の諸元分析等を行う。図2に電波諸元測定機能の画面を示す。周波数スペクトルや時系列の電波受信状況を表すウォーターフォールでの電波の現出状況の確認が行える。センタ局では5局のセンサ局で受信した周波数スペクトルを重畳表示させて分析することも可能である。センサ局では、複数の

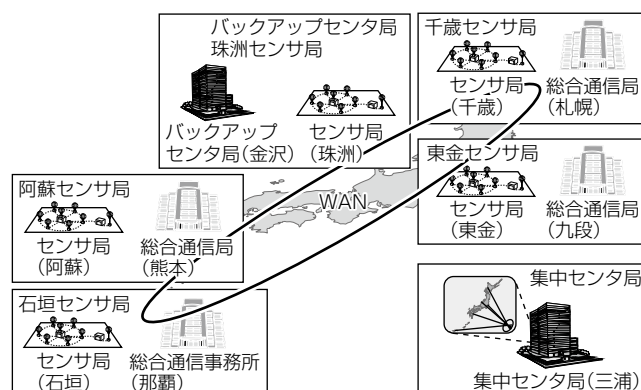


図1. DEURAS-Hの構成

制御を同時に受けて個別に測定することが可能である。この際、制御元の数が少ないと電波諸元測定機能の画面の更新周期を早くする等、ユーザー操作に流動的に対応する工夫を行っている。

3.2.2 方位測定機能

方位測定機能はセンサ局が持つ機能であり、位相差を用いた方位測定の一つであるMUSIC(Multiple SIgnal Classification)アルゴリズムを用いた方位測定を行う。図3に位相差を用いた方位測定の原理を示す。DEURAS-Hでは7素子の空中線で構成されるが、ここでは簡単化のために2素子の場合で述べる。図3(a)に示すとおり、素子間距離Dだけ異なる位置に空中線素子が位置する場合、到来方位 θ からの電波に対しては $D \times \sin \theta$ の経路差が生じる。このため、図3(b)に示すとおり、素子位置の違いから受信波形でも位相差 δ が生じることになる。ここで、到来波の波長を λ とすると、位相差 δ は距離換算で $\lambda \times (\delta / 360)$ となる。この距離は図3(a)で述べた経路差と等価であることから、 $D \times \sin \theta = \lambda \times (\delta / 360)$ となり、入射角は $\theta = \arcsin(\lambda \times (\delta / 360) / D)$ から求まる。MUSICアルゴリズムは、この位相差を用いた方位測定の原理を応用したものであり、複数の素子で構成されるアレー空中線で受信した信号成分から相関行列を生成し、信号成分と雑音成分から固有値分解し、信号成分と雑音成分の独立性を利用した信号成分の方位探査によって到来方位を測定している。

3.2.3 位置標定機能

位置標定機能はセンタ局が持つ機能であり、位置が既知

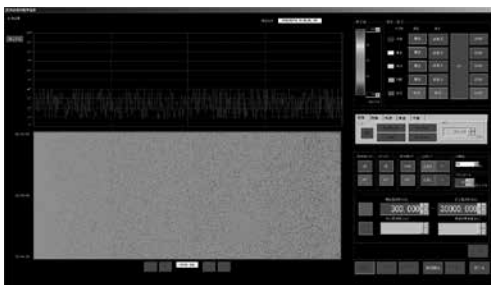


図2. 電波諸元測定機能の画面

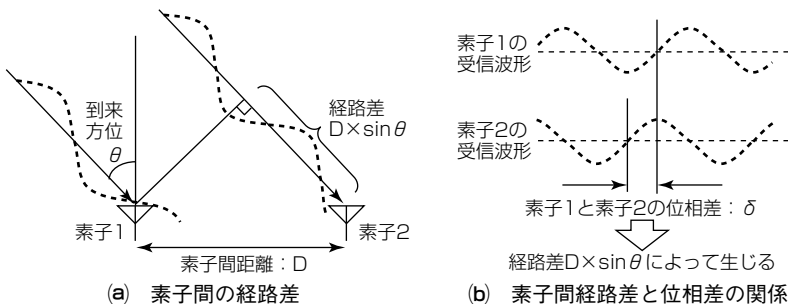


図3. 到来電波に対する方位測定の原理

なセンサ局とそのセンサ局で算出した電波源の到来方位線を用いて電波源の位置を計算する。図4に電波源に対する位置標定の原理を示す。センサ局の位置が既知であれば、複数のセンサ局で同一時刻に同じ諸元での受信信号に対して算出した到来方位線を交差させることで電波源の位置が計算される。位置標定の原理上、電波源の位置標定の精度は各センサ局からの到来方位線の直交度が高いほど、向上する。これは、実環境上では位置標定対象以外の電波の受信や、空間ノイズの影響等が生じるためである。一定の測定誤差が生じた状況での到来方位を測定すると、各センサ局で算出した到来方位にも一定の誤差が生じることになり、到来方位線の直交度が低い場合、微小な誤差でも到来方位線の交差位置が大きくなることになるためである。このため、DEURAS-Hでは位置標定の精度向上を図るため、国内にセンサ局を北から南まで広域に配置している。

図5に電波源の位置標定機能の画面を示す。位置標定機能の画面では、測定対象の周波数や測定センサ局での受信レベル、到来方位等を一目で分かるように表示するとともに、各センサ局での到来方位や位置標定結果を地図上に表示する。各端末からは時分割で制御を行うことで、5局のセンサ局に対してほぼリアルタイムに制御及び取得データの更新が可能である。

3.2.4 聴音機能

聴音機能はセンサ局及びセンタ局が持つ機能であり、セ

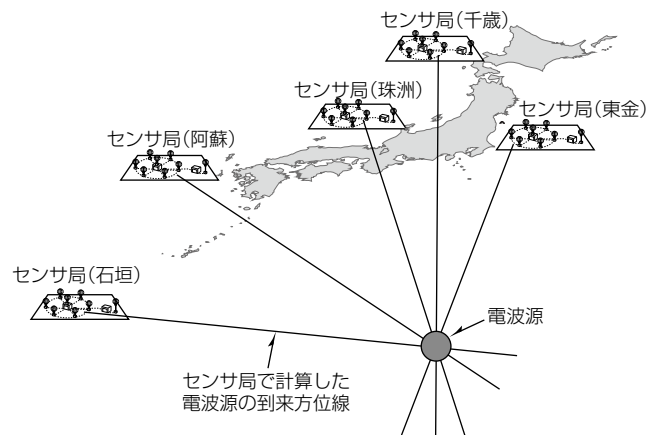


図4. 電波源に対する位置標定の原理

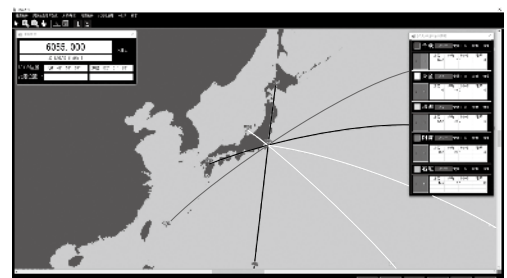


図5. 位置標定機能の画面

ンサ局で受信した信号をセンタ局で復調する。複数のセンサ局で受信した電波の同一性を判断するに当たり、周波数や帯域幅等の電波諸元での確認も可能であるが、放送波等が収集対象となる場合、運用者の聴音による確認が有効となる。このため、センサ局では同時に複数の制御を可能にしており、センタ局からは任意の2局のセンサ局を選択し、同時に聴音することが可能である。

図6に聴音機能の画面を示す。5局のセンサ局のそれぞれの音声情報をビジュアル的にも視認することが可能であり、予約測定等で取得したデータの確認の際に有効となる。

3.3 分析能力向上

2015年度以降に更新を行った新規施設では、センサ局で取得した情報をIQデータ形式でセンタ局へ直接伝送する方式としている。従来は、センサ局で取得した電波はセンサ局で復調してWAV (Waveform Audio Format) 形式でセンタ局へ伝送していた。このため、後から異なる諸元で分析したい場合等に対応できないという課題があった。更新後は、センサ局で取得した電波はIQデータ形式でセンタ局へ直接伝送しており、例えば、AM波の復調の中心周波数を少しずらす、復調方式を変更する等を可能にして分析能力向上を行っている。また、方位測定についても諸元変更して再度分析することが可能である。

3.4 災害時でのセンタ局バックアップ

電波監視は、安心・安全で豊かな社会を提供する上で、非常に重要な業務であり、DEURAS-Hではセンタ局が被災した際でも継続的な運用を提供できるようにバックアップ機能を持つ。

図7にバックアップ機能を示す。この図では札幌に設置した端末から石垣に設置したセンサ局を制御する場合を例示している。図7(a)に示すとおり、平常時では端末からは集中センタ局を介し、センサ局の制御やセンサ局で収集し

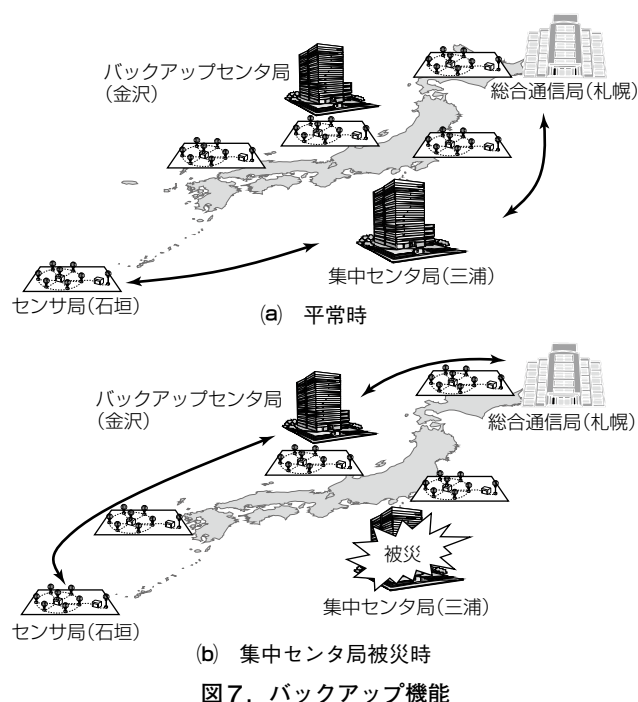


図7. バックアップ機能

たデータの確認を行う。一方で、集中センタ局が地震等に被災した場合は、図7(b)に示すとおり、集中センタ局から離隔した遠隔地に設置するバックアップセンタ局にセンタ局機能が自動的に切り替わる。このため、端末からセンサ局の制御等を行う場合は、バックアップセンタ局を介することになる。バックアップセンタ局では、平常時からDEURAS-H施設の死活を確認しており、集中センタ局の応答が一定時間なくなると運用者に意識させることなく自動的にセンタ局機能を変更される。

4. む す び

電波監視を行う短波監視施設 (DEURAS-H) について述べた。電波監視は、安心・安全な社会を実現する上で欠かせない業務であり、DEURAS-Hを始めとする各種電波監視施設及び設備はこの業務を支える重要なものである。通信技術の発達や周波数拡大等、世の中の技術進展に伴い、これに応じた監視施設も必要になるが、今後も当社では電波監視に関連する施設を世の中に提供して社会に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 総務省：総務省の電波監視
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/summary/general/index.htm>
- (2) 総務省：不法無線局等の出現数・措置数
https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/summary/ad_pro/index.htm
- (3) 総務省：電波監視施設の整備
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/moni/index.htm>



図6. 聴音機能の画面