

## 都心部での到来波信号に関する測定実験

### — 到来波信号に関する時間変動安定性測定結果例 1 —

川瀬 隆治\* 中村 聡\*\*

**要約：** 近年、建物内の精密機器を外来電磁波ノイズから保護するために様々な電磁波制御材料が開発されているが、実際に材料を建物に適用して対策するには、材料単体ではなく部屋全体としての適用性能を計画段階で検証し、適用材料の比較検討を効率的に進める必要がある。その場合、擬似的に電磁波の発生源として建物外部から到来する電磁波（到来波信号）を利用することは、電磁波制御材料の適用性能を実物大の部屋に近い大きさを評価するための有効な一手段となり得ると考えられるが、その条件としては定量的な評価を可能にするために到来波信号の電界強度が時間的に安定していることが不可欠となる。そこで今回、東京ターの北東約4 kmに位置するオフィスビルで到来波の24時間測定を行い、時間変動の少ない安定した到来波の有無を調べた。その結果、放送波等の一部で比較的安定した到来波が測定され、到来波を簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性が示唆されたので報告する。

**キーワード：** 電磁環境 到来波 遮蔽・透過性能

**目次：** 1.はじめに  
2.測定概要

3.測定結果  
4.まとめと考察

#### 1. はじめに

近年、開発が進められてきた遮蔽材などの電磁波制御材料について、建物に適用した場合の性能を材料毎に比較検討するには、材料評価技術の簡易化と効率化が不可欠である。その場合、電磁波の発生源として建物外部から到来する電磁波を利用することは、電磁波制御材料の適用性能を実物大の部屋に近い大きさを評価する有効な評価方法の一つとなり得ると考えられるが、定量的な評価を可能にするには到来波信号の電界強度が時間的に安定していることが不可欠となる。

測定対象空間に到来する電磁波の安定性・時間変動量など、到来波の実態が把握できれば、実施可能な電磁環境測定の目的を設定する上で有効である。時間変動の少ない安定した到来波が測定される場所では、室内の空間分布測定など、到来波を活用した様々な目的の電磁環境測定が可能になる。

そこで今回、都心部での環境電磁界を把握して到来波を簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性を検証するために、東京ターの北東約4 kmに位置するオフィスビルで到来波の24時間測定を行い、時間変動の少ない安定した到来波の有無を、測定値の標準偏差・変動幅をもとに検証した。その結果、放送波等の一部で比較的安定した到来波が測定されたので報告する。

尚、本報告は、ITBS (IT ビルシステム) 研究会<sup>1)</sup>電磁波 SWG が、平成17年に実施した「建物本来の電磁界遮蔽性能評価方法開発のための到来波時間変動・室内測定位置 検証実験」に関する研究成果の一部である。

#### 2. 測定概要

今回の測定は、東京ターから約4km北東の場所に立地するオフィスビル(RC13階建)の9階会議室で行った。周辺は、測定建物と同程度の高さのオフィスビルが多く林立しているほか、高速道路が約60m程離れた場所を通っていることから、到来波の反射・回折が多い環境であると推定される。測定室(縦約6.5m×横約5.5m)は南側道路に面しており、隣室とはスチールパーティションで仕切られている。部屋の南側壁面の一部は、開閉のできないガラス窓(高さ2.4m、幅2m、2箇所、熱線反射ガラス)になっている(図1)。

アンテナは、パコニカルアンテナ(Schwarzbeck BBA9106,30-280MHz)とログペリオディックアンテナ(Anritsu MP666A,0.2-2GHz)、ダブルリジッドガイドアンテナ(Emco3115,1-6GHz)を使用し、南側窓際で外部方向(南南東)に向けて設置した。アンテナ高さは、天井高(2.7m)の半分となる床上1.35mとした。受信装置にスペクトラムアナライザ(Anritsu MS2623A)を使用し、 GPIB ケーブルを介して接続したノートパソコンで6分間毎のMAXHOLD値を24時間、水平偏波について連続自動測定した。測定状況写真を、写真1に、測定室平面図概要を図1に示す。

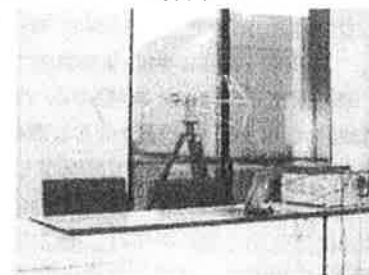


写真1 到来波24時間測定状況

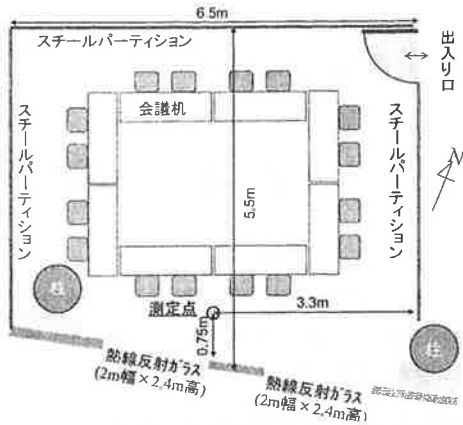


図1 到来波時間変動測定室内 平面図概要図

### 3. 測定結果

測定された到来波は、主に東京圏からのFMラジオ、VHF帯テレビ放送波であった。図2にハコニカルアンテナによる到来波の測定結果例を示す。本図は、横軸が周波数を、縦軸が到来波の電界強度を示している。電界強度は、アンテナ係数を補正した6分間MAXHOLD値(6分間毎の瞬間最大電界強度)の24時間平均値で示してある。77MHz~82.5MHzにFM放送波が、91MHz~108MHzにNHKの映像・音声信号が、171MHz~222MHzに民放5社の映像・音声信号が、それぞれ測定されていることがわかる。

確認された到来波の中で、時間変動の少ない安定した到来波がないかを検証するために、一つひとつの到来波を6分間MAXHOLD値の時間変動グラフにして調べた。比較的安定していた到来波の例として、80MHz帯FM放送波の時間変動グラフを図3に、バラつきが大きく時間的に不安定だった到来波の例として、430MHz帯アマチュア無線バンドの時間変動グラフを図4に、それぞれ示す。また日中は安定しているが、深夜に発信を停止する到来波の例として、77MHz帯の放送大学FM放送波の時間変動グラフを図5に示す。各図のグラフ中には、参考までに日中(9時-17時)の標準偏差を合わせて示してある。

時間変動のバラつき具合を比較するために、24時間連続して測定した6分間MAXHOLD値を次の2種類の数値に直して比較した。

- ① 24時間の最大値と最小値の差異をとった変動幅
- ② 終日(24時間)、日中(9-17時)、夕方~夜(17-24時)、深夜~朝(0-9時)の各時間帯での標準偏差

標準偏差を終日(24時間)のみで比較すると、77MHz帯放送大学FM放送波のように深夜(0:00-5:30)に発信を停止する到来波では、日中は安定しているにもかかわらず、終日の標準偏差が大きいため不安定な到来波とみなされてしまう恐れがある。そこで標準偏差は時間帯を区切って比較し、実際の測定作業が行われることの多い日中(9時-17時)の標準偏差についても着目することにした。

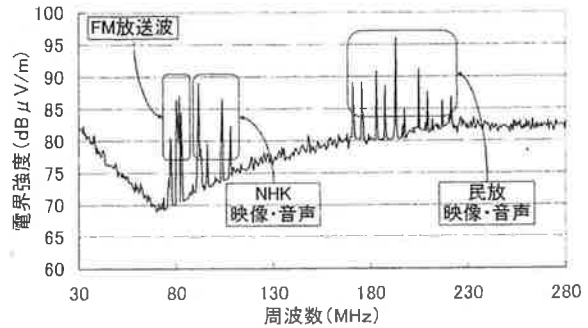


図2 都心部での到来波測定結果例 (ハコニカルアンテナ6分間毎MAXHOLD値の24時間平均値)

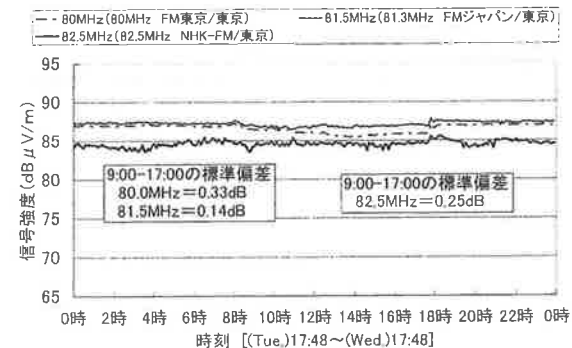


図3 安定した到来波の時間変動 測定結果例

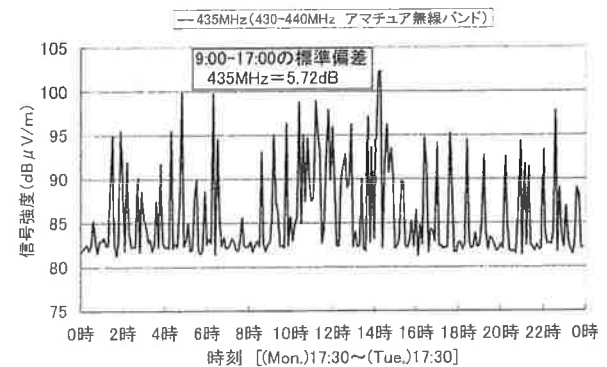


図4 不安定な到来波時間変動 測定結果例

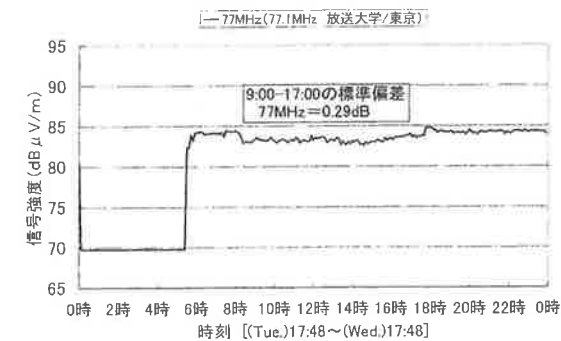


図5 深夜に停止する到来波時間変動 測定結果例

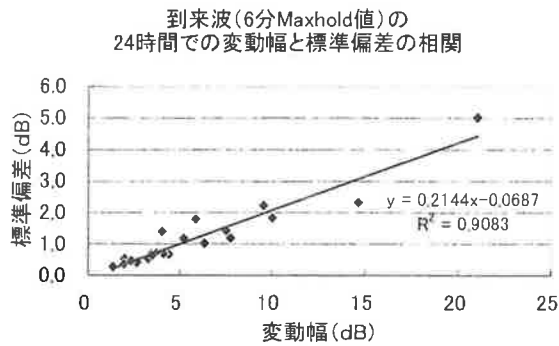


図6 都心部到来波の24時間の変動幅(横軸)と標準偏差(縦軸)の相関

測定到来波の24時間の変動状況を調べた結果を、表1にまとめて示す。表1では、24時間の最大・最小値とそれらの差異から求めた変動幅、および時間帯毎の標準偏差が示してある。特に時間変動の少ない安定した到来波の例として、日中(9時~17時)の標準偏差が0.7dB以下の到来波は太字で示してある。日中に時間変動の少ない到来波は、簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性がある。

到来波のバラツキの程度を比較する指標としては、最大値と最小値の差異として求められる変動幅と、標準偏差を調べる方法が考えられるが、より適切な指標を検討するために、両者の相関について調べた。

図6に、表1をもとに24時間の変動幅(横軸)と標準偏差(縦軸)の相関をグラフにして示す。今回の測定結果において両者は比較的良好な相関を示しており、到来波のバラつき具合を相対的に比較する上では、どちらの指標を用いても同様の結果になることが確認された。本結果から、変動幅と標準偏差が共に到来波の安定性を示す指標の一つになり得ると考えられる。

4. まとめ

都心部で電磁波の発生源に応用可能な到来波の有無を調べるために、到来波の24時間測定を行った。その結果、放送波等の一部で比較的安定した到来波が測定され、簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性が示唆された。また時間変動のバラつき程度を示す指標として、24時間の変動幅と標準偏差を比較した結果、両者には良い相関関係があったことから、今回の場合、到来波のバラつき具合を相対的に比較する上では、変動幅と標準偏差のどちらの指標を用いても同様の結果になることを確認した。

以上の結果より、都心部では放送波等の一部で比較的安定した到来波が測定され、到来波を簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性が示唆された。

表1 各測定ピーク周波数の変動幅と測定時間帯毎の標準偏差

到来波周波数	最大値 (dB μV/m)	最小値 (dB μV/m)	変動 幅 (dB)	標準偏差 (dB)			
				終日 (0-24時)	日中 (9-17時)	夕方~夜 (17-24時)	深夜~朝 (0-9時)
77MHz(77.1MHz 放送大学/東京)	84.8	69.8	15.0	5.86	0.29	0.25	6.90
80MHz(80MHz FM東京/東京)	87.3	85.3	2.0	0.54	0.33	0.36	0.15
81.5MHz(81.3MHz FMジャパン/東京)	87.8	86.5	1.4	0.28	0.14	0.18	0.12
82.5MHz(82.5MHz NHK-FM/東京)	85.6	83.6	2.0	0.37	0.25	0.36	0.42
91.5MHz(91.25MHz VHF帯テレビ1ch映像/全国)	90.9	87.4	3.5	0.66	0.83	0.30	0.58
96MHz(95.75MHz VHF帯テレビ1ch音声/全国)	84.4	76.7	7.8	1.19	0.80	1.07	0.69
103.5MHz(103.25MHz VHF帯テレビ3ch映像/全国)	87.4	83.0	4.4	0.67	0.42	0.98	0.22
108MHz(107.75MHz VHF帯テレビ3ch音声/全国)	85.1	79.2	5.9	1.77	0.27	1.37	1.05
171MHz(171.25MHz VHF帯テレビ4ch映像/全国)	93.1	83.0	10.0	1.84	1.98	1.62	0.41
175.5MHz(175.75MHz VHF帯テレビ4ch音声/全国)	90.7	87.4	3.3	0.53	0.73	0.30	0.37
183MHz(183.25MHz VHF帯テレビ6ch映像/全国)	92.3	88.1	4.1	0.69	0.85	0.49	0.66
187.5MHz(187.75MHz VHF帯テレビ6ch音声/全国)	90.0	87.3	2.7	0.41	0.37	0.35	0.31
193MHz(193.25MHz VHF帯テレビ8ch映像/全国)	97.7	93.6	4.0	1.38	0.62	0.87	0.42
197.5MHz(197.75MHz VHF帯テレビ8ch音声/全国)	87.9	80.4	7.5	1.44	1.51	0.87	1.37
205MHz(205.25MHz VHF帯テレビ10ch映像/全国)	92.8	89.3	3.5	0.69	0.51	0.46	0.35
209.5MHz(209.75MHz VHF帯テレビ10ch音声/全国)	89.5	85.8	3.7	0.71	0.48	0.60	0.51
217MHz(217.25MHz VHF帯テレビ12ch映像/全国)	91.6	82.0	9.6	2.23	2.97	1.45	1.33
221.5MHz(221.75MHz VHF帯テレビ12ch音声/全国)	90.0	83.6	6.3	1.02	1.24	0.86	0.82
285MHz(280.2-287.9MHz UHF帯航空無線/全国)	82.2	78.7	3.5	0.64	0.64	0.59	0.65
435MHz(430-440MHz アマチュア無線バンド)	102.3	81.3	21.0	5.03	5.72	4.20	4.21
485MHz(470-770 UHF帯テレビ(13ch-62ch))	87.8	82.6	5.2	1.18	0.65	0.45	1.59
900MHz(893-901MHz KDDI CDMA方式 携帯電話)	103.5	88.8	14.6	2.30	2.37	2.39	2.20
1915MHz(1885-1980MHz PHS/アステル ・DDIポケット・NTTドコモ/TDMA方式)	101.1	98.7	2.4	0.47	0.48	0.50	0.44

ハッチ箇所(太字): 日中(9-17時)の標準偏差が0.7dB以下

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、実質的な測定・検討作業に携わられ ITBS 研究会 電磁波 SWG 測定チーム各位、塚本光一氏 (ITBS 研究会事務局 東レ・デュポン)、および ITBS 研究会 技術 WG/電磁波 SWG にて貴重なご意見をいただいた方々に、謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 吉野涼二、宮崎弘志：電磁環境測定における到来波信号の変動状況に関する測定事例、日本建築学会学術講演梗概集 40581, 2000.
- 2) 國分誠、沼田茂生、小林勝広：到来波による電磁シールド性能評価法の研究、日本建築学会学術講演梗概集 40580,2000.
- 3) 石橋孝一、黒崎幸夫、田代啓一：到来波を利用した電磁波透過性能の評価法に関する研究 その1 事務所ビルを対象とした評価・検討、日本建築学会学術講演梗概集 40582,2000.
- 4) 黒崎幸夫、石橋孝一、田代啓一：到来波を利用した電磁波透過性能の評価法に関する研究 その2 超高層集合住宅を対象とした評価・検討、日本建築学会学術講演梗概集 40553,2001.
- 5) ITBS 研究会 HP <http://www.itbs.jp/index.html>
- 6) 川瀬隆治、柏崎和久、有川禎昭、袴谷秀幸、杉本弘道、木村健一、橋本修：都心部での到来波信号に関する測定実験 その1～その3、日本建築学会学術講演梗概集,2006.

## A MEASUREMENT EXPERIMENT CONCERNING COMING WAVE SIGNAL IN THE CENTRAL PART OF TOKYO.

### — A Stability of Level Changes of Coming Electromagnetic Waves

#### Measured In the Central Part of Tokyo —

T.Kawase and S.Nakamura

In recent years, an efficient evaluation method is demanded for the purpose of verifying the application performance of electromagnetic shielding materials, not as the material unit but as the entire room which the shielding materials are applied, at the planning stage of buildings.

One of the ideas is to apply coming electromagnetic waves that come from outside of the building, as a source of the electromagnetic radiation, to evaluate the electromagnetic shielding performance. However, to achieve it, it is necessary to confirm the existence of stable coming electromagnetic waves.

Then, this paper reports a 24 hours continuous measuring result of electromagnetic signal level changes obtained in an office building about 4 km northeast far from the Tokyo Tower that is a source of some broadcasting signals and that some stable signals were confirmed.

The results in this report are obtained through the activity of Electromagnetic Radiation SWG in ITBS (IT building system) society in 2005.