

U.D.C 537.87

都心部での到来波信号に関する測定実験 その3

— 地上高さの異なる場所での到来波信号の時間変動安定性 —

田野井淳一* 川瀬 隆治*

要 約： 近年、建物内の精密機器を外来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。しかし、実際に材料を建物に適用して対策するには、材料単体だけ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。その一手段として、建物外部から到来する電磁波（到来波信号）を利用し、電磁波制御材料の適用性能を評価する方法が考えられる。到来波信号を利用した評価方法を用いれば、実物大の部屋の大きさで遮蔽性能を評価できるが、定量的な評価を可能にするため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。今回の測定では、「都心部での到来波信号に関する測定実験その1」及び「その2」に引き続き、東京タワーの南東約4.8kmに位置するオフィスビルにて到来波信号測定を行った結果、一部に地上高さによらず比較的安定した到来波が観測されたので報告する。尚、本報告の成果は、平成19年度にITBS（ITビルシステム）研究会電磁波SWGが実施した測定実験成果の一部である。

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	3. 測定結果
	2. 測定概要	4. まとめ

1. はじめに

近年、建物内の精密機器を外来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。しかし、電磁波制御材料を建物に適用する場合には、材料単体だけではなく、多種類の建築材料を複合させてできる構造物自体の遮蔽性能を比較検討する必要がある。そのためには、より簡易かつ効率的に電磁波遮蔽性能を評価する技術が不可欠である。その一手段として建物外部から到来する電磁波を利用して建物内部での減衰量を比較する方法は、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で評価する有効な評価方法の一つになり得ると考えられる。ただしその場合、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。

到来波信号の安定性・時間変動量などが把握できれば、到来波信号を活用した構造物の遮蔽性能評価の実用可能性を判断する一助となる。時間変動の少ない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。

既報「都心部での到来波信号に関する測定実験¹⁾」では、電波発信源である東京タワーの北東約4kmのオフィスビル一室で到来波の時間変動測定を行った。その結果、日中に交通量の多い高速道路が目視できる場所であったため、夜間に比べ日中に時間変動が大きくなる傾向があったが、一部に比較的安定した到来波を観測するこ

とができた。次に、既報「都心部での到来波信号に関する測定実験 その2²⁾」では、東京タワーからの方角および地上高さを変えても、安定した到来波を観測することができるのかを確認するために、東京タワーの西約4kmのオフィスビルの3つの地上高さで到来波の時間変動測定を行った。その結果、一部に地上高さによらず比較的安定した到来波を観測することができた。

本報告は、引き続き安定した到来波の有無を調べるために、前回同様、東京タワーからの方角および地上高さに着目し、東京タワーから南東約4.8kmのオフィスビルの4つの地上高さにおいて到来波の時間変動測定を行ったので報告する。

尚、本報告は、ITBS（ITビルシステム）研究会³⁾電磁波SWGが、平成19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3」に関する研究成果の一部である。

2. 測定概要

測定は、東京タワーから約4.8km南東の場所に立地するオフィスビル(SRC11階建)の3階、7階、11階、屋上で、いずれも東京タワー方向である北西側に面する窓際で行った(窓：ガラスカーテンウォール [H:2.5m, W:1.53m] 1.6m毎の格子状配置窓、熱線反射ガラス)。周辺は、測定建物と同程度の高さのビルがあり、反射・回折がある環境と推定される。7階より上の階では東京

*環境技術開発部

東京タワー方向[北西]

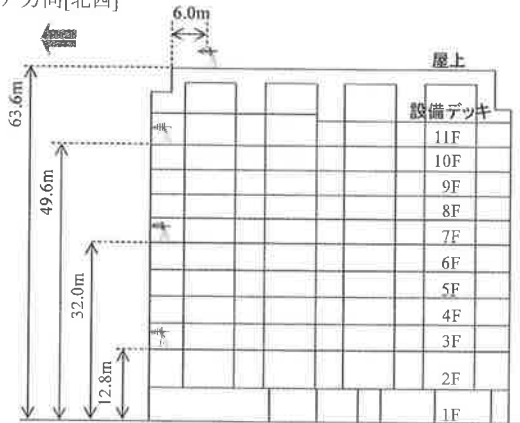


図1 到来波測定位置立面図

タワーが目視できた。測定位置の立面図を図1に示す。
 使用したアンテナは、バイコンカルアンテナ(Schwarzbeck BB A9106,30-280MHz)とログペリオディックアンテナ(Anritsu MP666A,0.2-2.7GHz)で、東京タワー方向である北西を向け設置した。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 PC で1分間毎の MAX HOLD 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に示す。

3. 測定結果

測定された到来波は、主に東京タワーからの発信波と携帯電話の電波であった。図2にバイコンカルアンテナ、図3にログペリオディックアンテナで測定した7階の時間変動測定結果例を示す。本図は、アンテナ係数を補正した1分間 MAXHOLD 値の24時間算術平均値を周波数毎に示している。図2から、80MHz付近にFM放送波、90~110MHzにNHK (VHF帯テレビ)の映像・音声信号、170MHz~220MHzに民放 (VHF帯テレビ)5社の映像・音声信号が測定されていることがわかる。また、図3からは200MHz付近に民放 (VHF帯テレビ)、400~700MHzに地上デジタル放送波 (UHF帯テレビ)、900, 1500, 1900, 2100MHzに携帯電話・PHS、2400MHzに無線LANの電波が測定されていることがわかる。

次に、測定された到来波の中に時間変動の少ない安定した到来波がないか検証するために、各階における24時間の時間変動をまとめた。例として81.5MHzにおける各階の時間変動の様子を図4に示す。尚、各階の時間変動は、別日に同地点で24時間測定した結果にほとんど差異が生じなかったことから、異なる測定日の結果を使用している。図4から屋上を除く室内では階が高くなるほど到来波の電界強度が強くなっていることが分かる。これは階が高くなるほど周囲の建物が減り、電波の反射



写真1 到来波測定状況

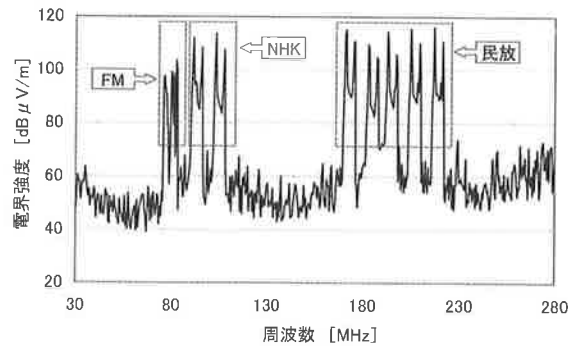


図2 バイコンカルアンテナを用いた到来波測定結果例 (1分間毎 MAXHOLD 値の24h 平均値)

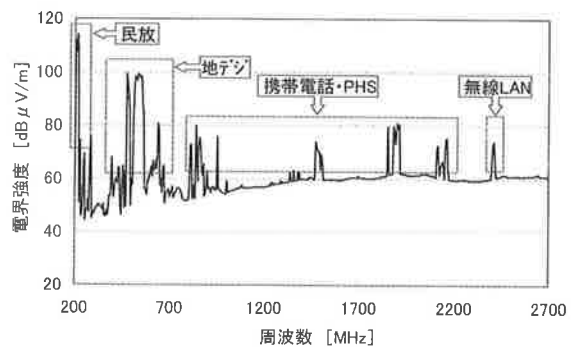


図3 ログペリオディックアンテナを用いた到来波測定結果例 (1分間毎 MAXHOLD 値の24h 平均値)

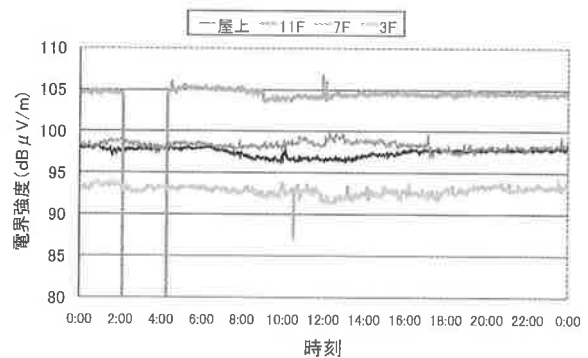
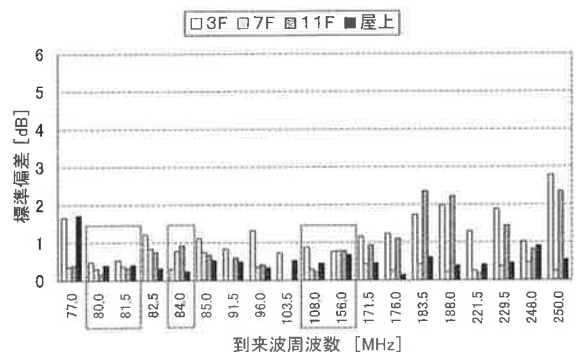


図4 都心部での到来波時間変動測定結果例 (81.5MHz 水平偏波 1分毎 MAXHOLD 値)

減衰が少なくなったためと考えられる。屋上で電界強度が 11F よりも下がった原因としては、アンテナ設置位置の床面がパンチングメタルであったこと、近くに金属製の手摺があったことなどにより電波が乱反射し、干渉を起こしたためと考えられる。また、11F の測定結果の一部で到来波信号が途切れているのは、測定日の午前 2:00~4:00 に FM 放送波 (81.3MHz) の発信が停止されていたためである。

これらの結果より、各階で観測できた到来波毎の時間変動の標準偏差 (母数 480) を求めた。標準偏差を各階毎に比較し、棒グラフにした結果を図 5 (30~280MHz) 、

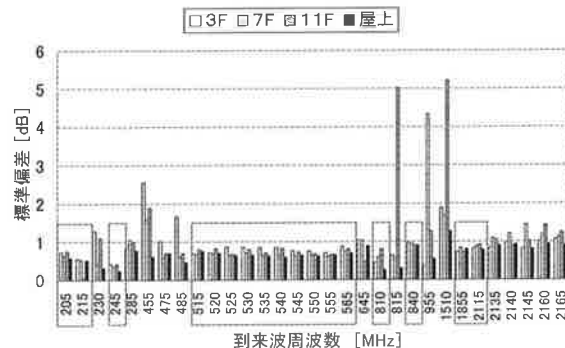


※ □ はすべての階での標準偏差が 1dB 以下を示す

図 5 到来波の日中標準偏差 各階毎の比較 (パコニカルアンテナ測定 30~280MHz)

図 6 (0.2~2.7GHz) に示す。標準偏差は測定作業を行う可能性が高い日中 (9時~17時) のものとしている。図 5 の結果からは階毎の標準偏差のバラつきに傾向が見えづらいが、図 6 では微小な違いながら概ね階が高くなるにつれバラつきが小さくなっていく傾向が見られ、建物の高い場所ほど到来波が安定している様子が分かる。

表 1 には、図 5、図 6 のグラフをもとに、日中 (9時~17時) の標準偏差が各階とも 1dB 以下の安定した到来波をまとめた結果を示す。表 1 には、24 時間の最大・最小値とそれらの比から求めた変動幅、および時間帯毎の標準偏差が示してある。これらの日中の標準偏差



※ □ はすべての階での標準偏差が 1dB 以下を示す

図 6 到来波の日中標準偏差 各階毎の比較 (ログペリオリックアンテナ測定 0.2~2.7GHz)

表 1 測定到来波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	到来信号 (信号の発信周波数)	最大値 (dBμV/m)	最小値 (dBμV/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)
80MHz	FM 東京/東京	100.5	96.3	4.2	0.31	0.40	0.13	0.20
81.5MHz	FM ジャパン/東京 (81.3MHz)	98.4	96.2	2.2	0.49	0.40	0.12	0.37
84MHz	中央エフエム (RADIO CITY) /東京都中央区	62.2	60.8	1.5	0.20	0.23	0.14	0.14
108MHz	VHF 帯テレビ 3ch 音声/全国 (107.75MHz)	98.7	94.8	3.9	0.52	0.44	0.35	0.62
156MHz	海上移動・船上通信/国際 VHF (156-157.45MHz)	65.5	61.1	4.4	0.69	0.68	0.60	0.72
205MHz	VHF 帯テレビ 10ch 映像/全国 (205.25MHz)	107.9	105.3	2.6	0.61	0.58	0.52	0.57
215MHz	VHF 帯テレビ 12ch 映像/全国 (217.25MHz)	110.8	108.4	2.5	0.57	0.50	0.45	0.55
245MHz	航空保安用/UHF 帯航空無線/全国 (226-251MHz)	63.7	62.0	1.7	0.25	0.23	0.11	0.21
515MHz	UHF テレビ (13ch-62ch) 地デジ放送波 (470-770MHz)	99.9	95.1	4.9	0.75	0.75	0.66	0.66
520MHz	#	101.3	96.9	4.4	0.71	0.70	0.63	0.63
525MHz	#	101.6	96.5	5.1	0.68	0.63	0.61	0.59
530MHz	#	101.2	96.2	5.0	0.72	0.65	0.59	0.64
535MHz	#	101.5	97.2	4.2	0.66	0.63	0.53	0.59
540MHz	#	101.7	97.5	4.2	0.65	0.59	0.65	0.59
545MHz	#	100.7	96.2	4.4	0.67	0.64	0.58	0.64
550MHz	#	100.1	95.6	4.6	0.66	0.62	0.62	0.62
555MHz	#	99.8	95.6	4.2	0.67	0.65	0.59	0.62
565MHz	#	93.8	47.6	46.1	17.49	0.70	0.65	20.21
810MHz	携帯電話/NTT ドコモ/TDMA 方式/基地局	83.7	81.8	1.8	0.29	0.25	0.22	0.25
840MHz	携帯電話/KDDI/CDMA 方式/基地局 (838-846MHz)	86.4	80.8	5.6	0.81	0.90	0.63	0.73
1855MHz	イモビル 下り 全国パケット (1855-1860MHz)	75.0	69.9	5.1	0.78	0.80	0.78	0.69
2115MHz	携帯電話/KDDI/MC-CDMA 方式/基地局 (2115.75MHz)	81.2	75.9	5.4	0.84	0.78	0.78	0.85

※日中の標準偏差のみ太字

が小さい到来波は、簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性がある。

4. まとめ

都心部で電磁環境測定に応用可能な到来波の有無を調べるために、東京タワーから南東約 4.8km のオフィスビルの高さの異なる測定階で到来波の時間変動測定を行った。その結果、高さによらず、いずれの階でも日中に比較的安定したバラツキの小さい到来波が見られた。

また、今回の測定と同様に地上高さによる違いを測定した東京タワーの西約 4km のオフィスビルでの測定結果と比較してみたところ、東京タワー西約 4km の 3 階、6 階、13 階と東京タワー南東約 4.8km の 3 階、7 階、11 階、屋上のいずれの場所においても日中の時間変動が小さい到来波を確認することができた。双方で地上高さ

によらず日中の時間変動の小さかった到来波を表 2 に示す。この結果より、場所によらず周波数を決めれば到来波が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 2 東京タワー西約 4km と南東約 4.8km の双方で地上高さによらず日中の時間変動が小さい到来波

到来波周波数	到来信号 (信号の発信周波数)
80MHz	FM 東京/東京
217MHz	VHF 帯テレビ 12ch 映像/全国 (217.25MHz)
515MHz	UHF テレビ (13ch-62ch) 地デジ放送波 (470-770MHz)
545MHz	#
550MHz	UHF テレビ (13ch-62ch) 地デジ放送波 (470-770MHz)
555MHz	#
810MHz	携帯電話/NTTドコモ/TDMA 方式/基地局
2115MHz	携帯電話/KDDI/MC-CDMA 方式/基地局 (2115.75MHz)

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た 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・デュボン)、青山学院大学 橋本修教授、および ITBS 研究会 技術 WG/電磁波 SWG にて貴重なご意見を頂いた方々に、謝意を表します。

参考文献

- 川瀬隆治・中村聡：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性能結果例一，東急建設技術研究所報，No.32，pp.9-12，2006，
- 川瀬隆治・田野井淳一：都心部での到来波信号に関する測定実験 その 2—到来波信号に関する時間変動安定性性能結果例一，東急建設技術研究所報，No.34，pp.29-32，2008，
- ITBS 研究会：HP，<http://www.itbs.jp/index.html>

A MEASUREMENT OF COMING ELECTROMAGNETIC WAVES IN THE CENTRAL PART OF TOKYO PART III -A Stability of Level Changes of Coming Electromagnetic Waves Measured on Four Floors of Different Ground Level-

J.Tanoi and T.Kawase

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.

This paper reports a 24 hours continuous measuring result of electromagnetic signal level changes obtained in an office building about 4.8 km southeast far from the Tokyo Tower that is a source of some broadcasting signals. An statistical examination of these measured data showed that some signals were stable enough to use them as input sources of measurements in shielding performances of building materials.

The results in this report are obtained through the activity of Electromagnetic Radiation SWG in ITBS(IT building system) society in 2007.