

参考資料

- 参考資料1 高速電力線搬送通信に関する研究会報告書（平成17年12月）
（参考資料を除く。）……………（添付省略；資料16-3参照）
- 参考資料2 PLC公開実験結果……………
- 参考資料3 PLC公開実験に基づく許容値の見直し……………

PLC 公開実験結果

第 17 回 CISPR 委員会（平成 18 年 3 月 6 日）で審議した「許容値及び測定法」案の妥当性を検証するために、この許容値を満足する PLC 送受装置を実際の住宅に設置して、その周囲で漏えい電磁波の強度測定を実施したので、以下にその結果を示す。

期日・場所

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|--|
| (1) | 平成 18 年 5 月 11 日（木） | 北本市 | 住宅地内の鉄筋コンクリート集合住宅
（住居として使用中） |
| (2) | 平成 18 年 5 月 12 日（金） | 横須賀 | 研究地域(YRP)内の鉄骨木造住宅
（住居としては使用せず。電気製品無し） |
| (3) | 平成 18 年 5 月 16 日（火） | 日立市 | 住宅地内の木造住宅
（住居として使用中） |

測定対象 PLC

第 17 回委員会（平成 18 年 3 月 6 日）の「許容値及び測定法」案を満足する 3 種のメーカーの異なる PLC 送受装置。（許容値は、周波数範囲 2MHz～30 MHz においてコモンモード電流 30dB μ A）

- (1) OFDM 方式（使用周波数 4～28 MHz）： 2 機種
- (2) SS 方式（使用周波数 4～20 MHz）： 1 機種

測定条件

- (1) PLC 送受装置を、住宅内で互いに離れたコンセント 2 ヶ所に接続し、また 2 階がある場合は 2 階のコンセントにも設置して、交信状態とする。
- (2) 測定は、住宅外壁から約 5m 離れた複数地点で実施した。（許容値算出では、住宅環境における離隔距離を 10m にしている。）
- (3) 個々の測定地点において、ループアンテナを床上 2m に設置して、直交三軸の磁界強度を測定し、これより合成磁界強度を計算して、さらに等価電界強度（=磁界強度 \times 377 Ω ）に変換した。
- (4) 実効値測定を実施。
- (5) 同様に、周囲雑音も測定した。

実測結果

測定結果を、図 1～4 に示す。

図 1 PLC 装置の違いによって、漏えい電磁界強度が異なるか否かを示すために、日立住宅における測定例を示す。

図 2～4 PLC 1 機種（OFDM1）について、日立、横須賀、北本の住宅に設置した場合の漏えい電磁界強度の測定例を示す。

図 5 上記 3 住宅地における周囲雑音と ITU-R 勧告 P. 372-8 記載の住宅環境の雑音レベル。

実測結果の考察

- (1) PLC 機種の違いによる漏えい電磁界強度の差異（図 1）
SS 方式のものが 20 MHz 以上を使用しないことを考慮すれば、PLC 3 機種とも漏えい電磁界強度に余り差異はないと考えられる。

(2) 鉄筋コンクリート住宅からの漏えい電磁界強度 (図 2 : 北本住宅)

周囲雑音の変動することを考慮すると、鉄筋コンクリート造住宅からの漏えい電磁界強度は周囲雑音以下であると考えられる。

(3) 木造住宅からの漏えい電磁界強度 (図 3 : 横須賀住宅、図 4 : 日立住宅)

実験に使用した横須賀住宅は、広大な研究地域に、住居用ではなく無線 LAN 実験用に簡易に建築された住宅であるため、家庭用電気機器等は皆無である。また、周囲雑音レベルも低く、田園環境 (離隔距離 30m) に近いと考えられる。

一方、日立住宅は、通常の住宅地域に建築された築 40 年の典型的な木造住宅であり、実際に住居として使われていた。したがって、典型的な住宅環境 (離隔距離 10m) と考えられる。

a) 周波数帯 2~15MHz について

測定距離と離隔距離の違いによる距離減衰 (表 1) 及び周囲雑音の変動することを考慮すると、この周波数帯における漏えい電磁界強度は周囲雑音以下であると考えられる。

(2) 周波数帯 15~30MHz について

横須賀住宅及び日立住宅ともに、漏えい電磁界強度は 15~20MHz で 40dB μ V/m 程度、20~25MHz 帯で 30dB μ V/m 程度である。この値は、表 1 の距離減衰特性を考慮しても、周囲雑音を上回る可能性があることが分かった。

したがって、周波数帯 15~30MHz について、許容値の見直しが必要と考えられる。

(4) 住宅地における周囲雑音レベル (図 5)

北本、横須賀、日立における周囲雑音レベルは、周波数が高くなると共に低下するが、ITU-R 勧告 P. 372-8 の住宅環境 (Residential area) 雑音レベルに比べて、2 MHz で 20dB 以上高く、30 MHz では余り差異が無いことが分かった。また、住宅地によって周囲雑音に 15dB 程度の差違があった。なお、測定系の内部雑音による測定誤差は、0.5 dB 以下である。

表 1 距離 5m と距離 10m, 30m における電磁界強度の差異 (モデル家屋 : 水平線路 2 本、垂直線路 1 本)

周波数帯	2~15MHz	15~30MHz
E(10m)/E(5m)	-10.0 dB	-7.1 dB
E(30m)/E(5m)	-27.9 dB	-21.5 dB

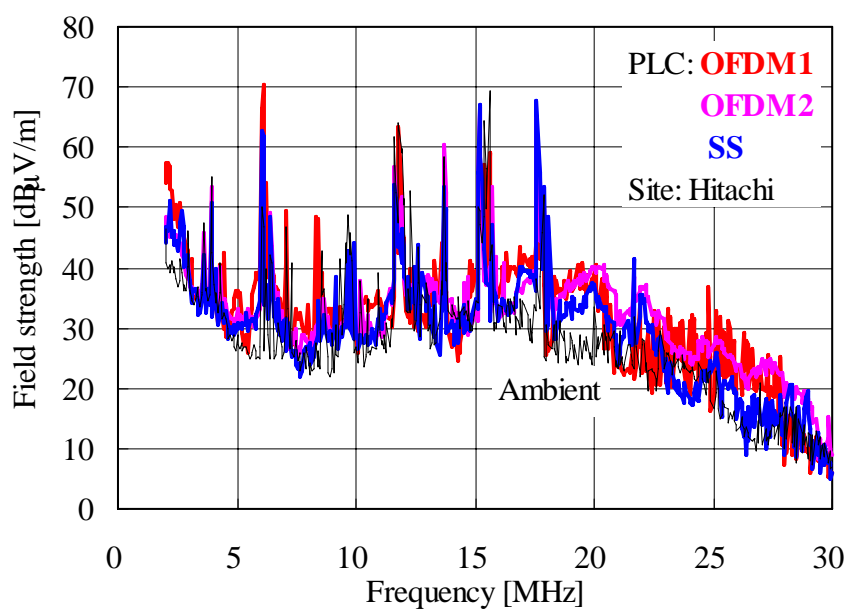


図1 PLC 装置を設置した住宅からの漏えい電磁界強度
(実効値： PLC 装置 3機種、日立住宅で測定)

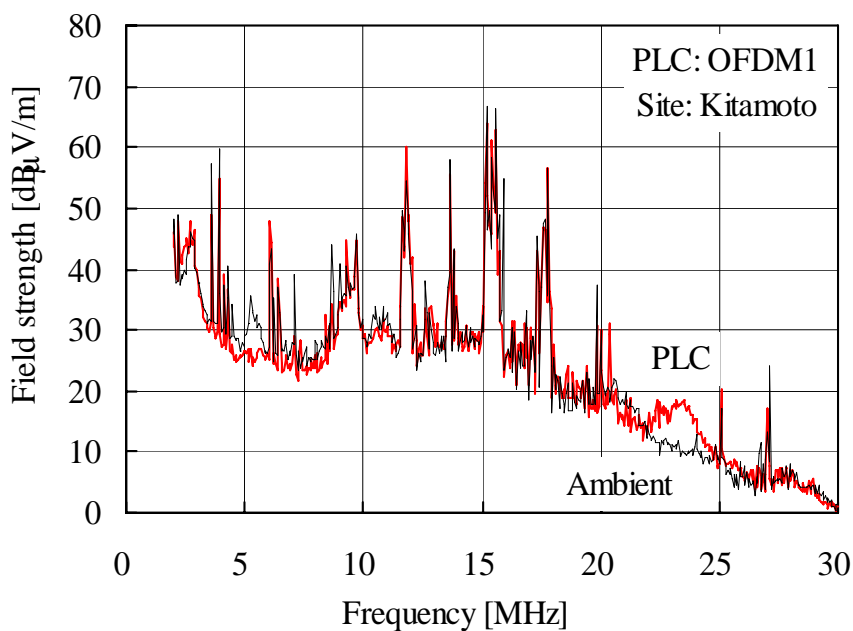


図2 PLC 装置を設置した住宅からの漏えい電磁界強度
(実効値： PLC 装置 OFDM1、北本住宅で測定)

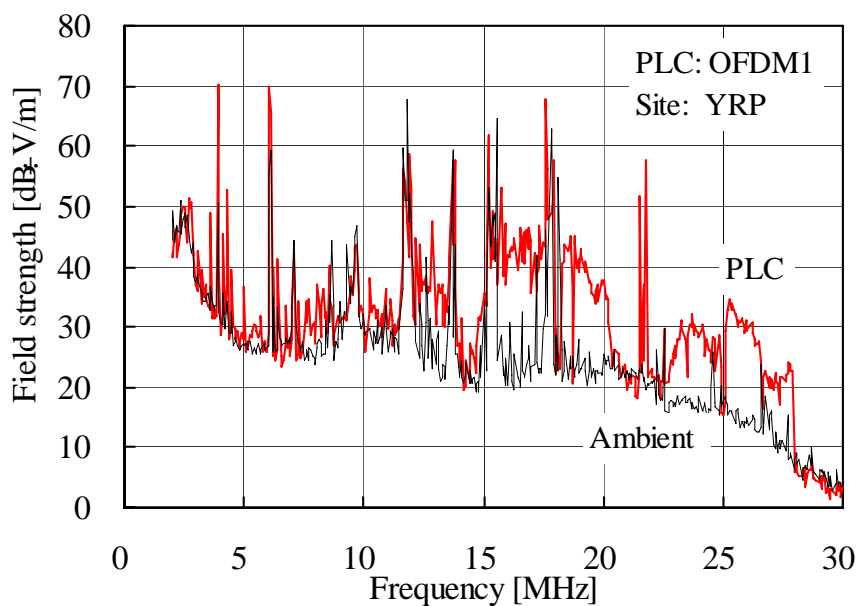


図3 PLC装置を設置した住宅からの漏えい電磁界強度
(実効値： PLC装置OFDM1、横須賀住宅で測定)

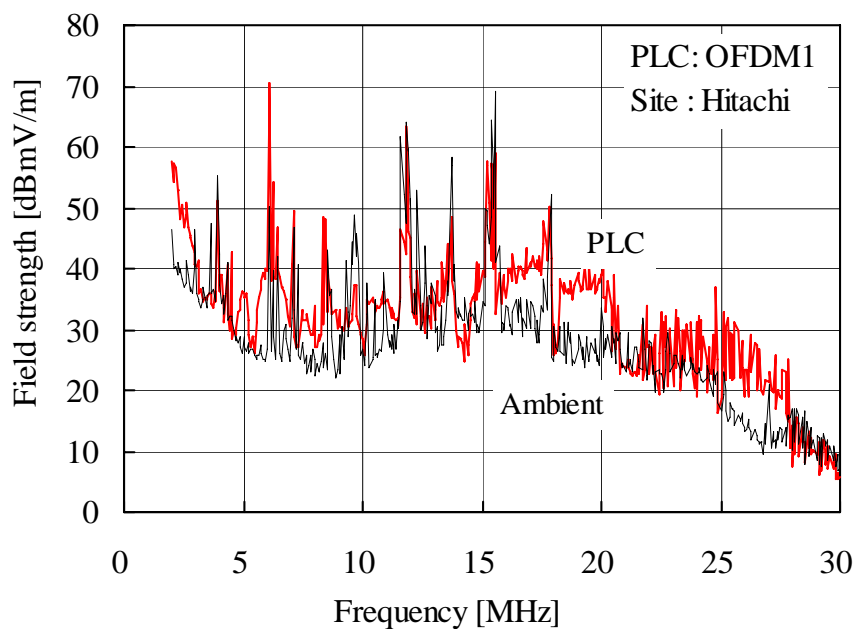


図4 PLC装置を設置した住宅からの漏えい電磁界強度
(実効値： PLC装置OFDM1、日立住宅で測定)

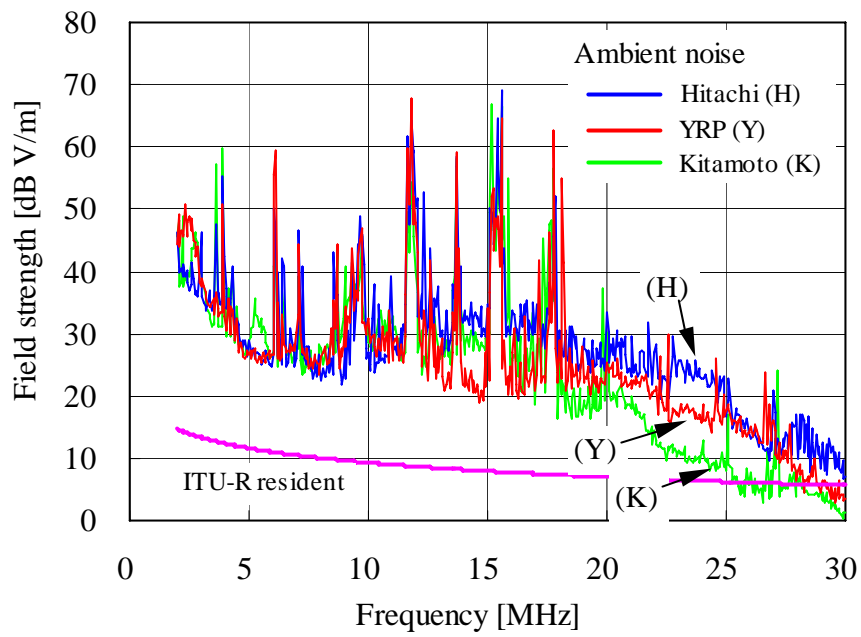


図5 住宅地における周囲雑音の実測値（実効値）と ITU-R 勧告 P.372-8 の住宅環境 (Residential area) 雑音レベル

PLC 公開実験に基づく許容値の見直し

CISPR 委員会では、高速 PLC 装置に課すべき許容値を周波数 150kHz～1000MHz の範囲について検討したが、特に漏えい電波が問題になる搬送波周波数帯 2MHz～30MHz の許容値については、公開実験を行って検討したので、その概要を以下に述べる。

<許容値の審議経過>

(1) 高速電力線搬送通信に関する研究会（平成 17 年度）の許容値

標記の研究会においては、高速 PLC 装置の許容値の検討に当たって、「建築物内に設置された高速 PLC 設備から漏えいする電波の強度を、設備から一定の距離（離隔距離）だけ離れた場所で、周囲雑音と同程度以下に制限する」ことを指針とした。

なお、商業、住宅、田園環境の周囲雑音について信頼できる最近のデータが無かったため、1966 年～1971 年に米国で実測された環境雑音（ITU-R 勧告 P. 372-8）を利用した。

屋内電力線の実測し、電波伝搬特性等を理論計算した結果、許容値案として「周波数 2MHz～30MHz において、高速 PLC 装置が発生するコモンモード電流を 30 dB μ A（準尖頭値）以下に制限する」ことが承認された（参考資料 1）。

(2) CISPR 委員会における許容値の見直し

第 17 回 CISPR 委員会（平成 18 年 3 月 6 日）において、周波数 150kHz～1000MHz の範囲について、基本的に IT 機器に関する国際規格 CISPR 22 に準拠した許容値が提案された。ただし、通信時における周波数 2MHz～30MHz の電流許容値については、上記研究会の許容値が提案され、この案に基づいて意見聴取を行うことになった。

意見聴取と平行して、上記の許容値案を満足する高速 PLC 装置を実際に複数の住宅に設置して、漏えい電波と周囲雑音の強度測定を行った（参考資料 2）。その結果、周囲雑音レベルが ITU-R 勧告 P. 372-8 より相当高いことや、周波数 15MHz～30MHz において木造住宅からの漏えい電波の強度が周囲雑音レベルを上回る可能性があることが判った。

このため、実測値に基づいて許容値を再検討することになり、その結果、「周波数範囲 15MHz～30MHz では、許容値を 10dB 低下して 20dB μ A（準尖頭値）に変更する」ことになった。

<実測結果に基づく許容値の見直し>

(1) 周囲雑音の測定

PLC を設置した以下の 3 戸の住宅周辺において、建物外壁から約 5m 離れた場所で、高速 PLC 設備からの漏えい電波と周囲雑音を測定した。

- (a) 北本市(Kitamoto) 住宅地内の鉄筋コンクリート高層集合住宅（住居として使用）
- (b) 横須賀市(YRP) 研究地域(YRP)内の鉄骨木造住宅（住居用でなく、電気製品も無し）
- (c) 日立市(Hitachi) 住宅地内の木造住宅（住居として使用）

この他、以下の 2 ヶ所で周囲雑音の測定を行った。

- (d) 武蔵野市(Musashino) 研究所構内の空き地
- (e) 三浦市(Hatsuse) 関東総合通信局の短波監視所構内のグラウンド

周囲雑音の測定結果を図 1 に示す。上記 5 ヶ所の測定点のうち、木造家屋が隣接している住

宅地は Hitachi であり、その周囲雑音レベルが一番高いことが判る。一方、Kitamoto は住宅地であるが、鉄筋コンクリートの遮蔽効果によって周囲雑音は低くなっている。また、YRP は木造家屋であるが電気機器が無いため、また Musashino は近接する建物が無いため、それぞれ周囲雑音は低い。さらに、Hatsuse は短波の監視業務を行っている場所であり、周囲雑音は最も低い。

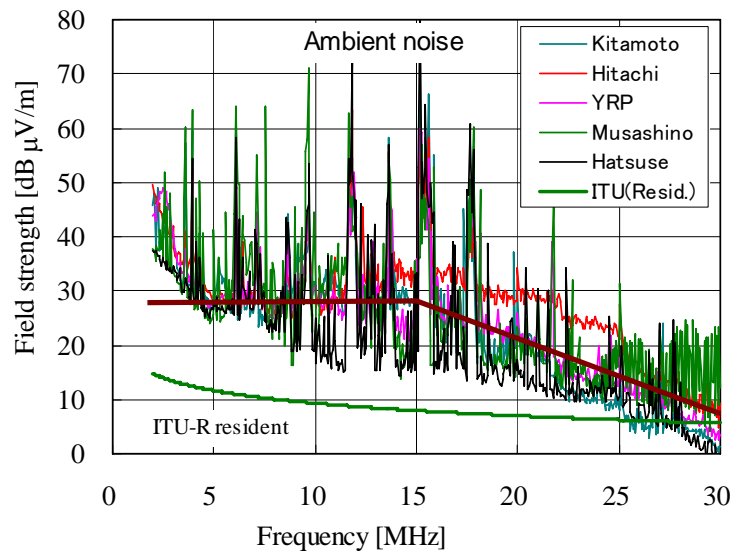


図1 周囲雑音の測定結果

(2) 許容値の見直し

高速 PLC 設備からの電波の漏えいが最も懸念される木造家屋で、かつ離隔距離 10m が適用される住宅環境は Hitachi のみであるのが、Hitachi より雑音レベルが低い住宅地も存在すると思われるため、許容値の検討にあたって参照する周囲雑音は、図1の YRP の周囲雑音を参考にした折れ線の雑音レベルとする。したがって、周囲雑音の代表値は、周波数帯 2MHz～15MHz において 28dB μ V/m、15MHz～30MHz において 18dB μ V/m とする。また、木造建造物の遮蔽効果については、各周波数帯に関する理論値のうち、最も悪い値を採用する。

上記の条件の下で許容値を算出し直した結果を表1に示す。

表1 PLC 信号電流のコモンモード成分の許容値の見直し

	周波数帯 (MHz)	無線局空中線が受信する PLC 妨害波 E_p (dB μ V/m)	離隔距離 R (m)	離隔距離と 10m 間の減衰 L (dB)	建築物の遮蔽 A (dB)	10m 点の PLC 妨害波 $E_p(10m)$ (dB μ V/m)
住宅環境	2-15	28	10	0	12	40
	15-30	18	10	0	7	25

	周波数帯 (MHz)	10m 点の PLC 妨害波 $E_p(10m)$ (dB μ V/m)	10m 点の妨害波とコモンモード電流の比 Z (dB Ω /m)	QP/RMS 換算値 K (dB)	PLC 信号電流のコモンモード成分 I_{com} (dB μ A)	
					準尖頭値	平均値
住宅環境	2-15	40	15	10	35	25
	15-30	25	16	10	19	9

これより、高速 PLC 装置の許容値として、2MHz～15MHz では従来の 30dB μ A、15MHz～30MHz では 10dB 厳しい 20dB μ A を採用する。

<高速 PLC 設備の漏えい電波と周囲雑音の比較>

見直し前の許容値を満足する高速 PLC 装置を木造家屋に設置した場合について、Hitachi で測定した漏えい電波の強度を図 2 に例示する。この図から判るように、漏えい電波の強度は周波数 15～20MHz で 40dB μ V/m 程度、20～30MHz で 30dB μ V/m 程度であり、周囲雑音レベルを明らかに超えている。なお、他の高速 PLC 設備の漏えい電波の強度も図 2 と同程度である（参考資料 2）。

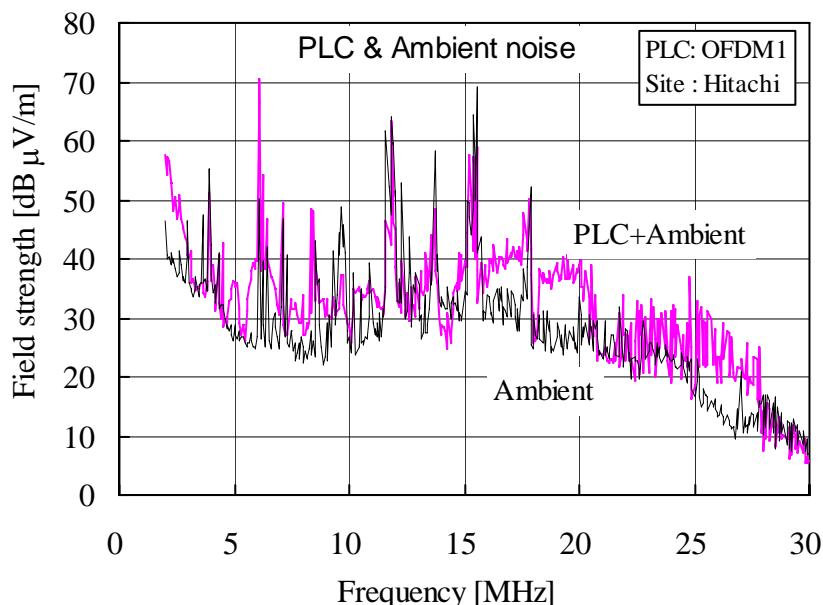


図 2 高速 PLC 設備から漏えいする電波の強度
(2～30 MHz で許容値 30dB μ A を満足)

しかし、既に述べたように、15～30MHzの許容値を 10dB厳しくすれば、この周波数帯の漏えい電波の強度は 10dB低下する。したがって、高速PLC設備から漏えいする電波の強度は、以下に示すように、様々な環境において周囲雑音レベル以下になることが予想される。

- (a) 住宅環境（離隔距離 10m）にある木造住宅では、周波数 15～30MHz の漏えい電波の強度は許容値変更によって図 2 の値より 10dB 下がるため、Hitachi の周囲雑音レベルと同等以下になることが予想される。
- (b) 住宅環境にある鉄筋コンクリート作りの住宅では、遮蔽効果が木造より 10dB 以上良いため、周波数 15～30MHz の漏えい電波の強度は図 2 の値より 20dB 下がるため、図 1 から判るように、Kitamoto の周囲雑音レベルと同等以下になることが予想される。
- (c) 田園環境（離隔距離 30m）にある木造住宅では、表 2 の距離減衰 20dB 程度を考慮すれば、周波数 15～30MHz の漏えい電波の強度は図 2 の値より 30dB 下がるため、図 1 から判るように、Hatsuse の周囲雑音レベルと同等以下になることが予想される。
- (d) 商業環境の周囲雑音レベルは、住宅環境より高くなると予想されるため、高速 PLC 設備の漏えい電波は周囲雑音より低くなる。

以上

表 2 距離 5m と距離 10m, 30m における電磁界強度の差異（モデル家屋：水平線路 2 本、垂直線路 1 本）

周波数帯	2～15MHz	15～30MHz
E(10m)/E(5m)	-10.0 dB	-7.1 dB
E(30m)/E(5m)	-27.9 dB	-21.5 dB