

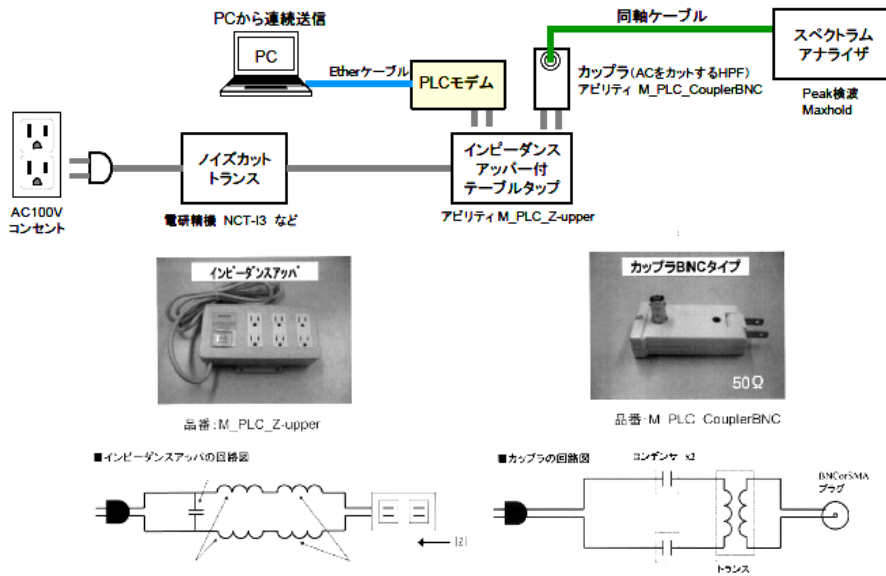
# 屋外用PLC設備を設置した 三相電力線の近傍磁界

- (1) 橋形線路(不平衡負荷)
- (2) 水平線路(防犯灯など)
- (3) 垂直線路(野外照明灯など)
- (4) 水平・垂直線路(スタジアムなど)

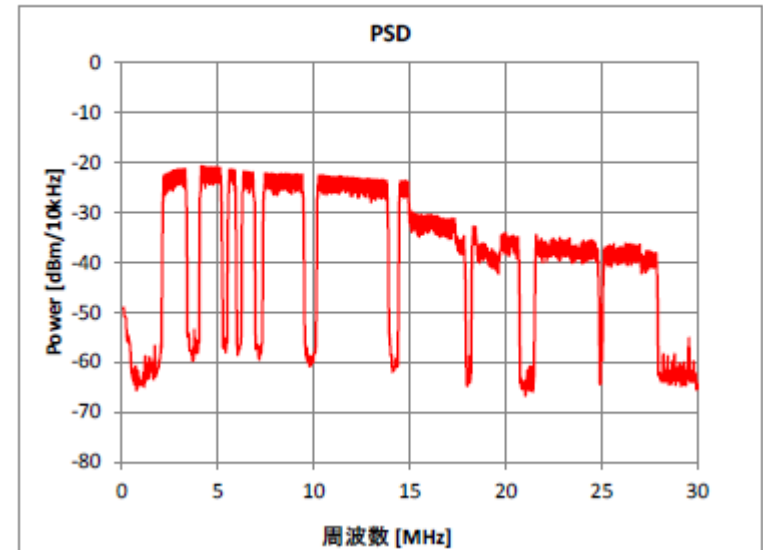
東北大学名誉教授  
杉浦 行  
(京都大学研究員)

# 屋外用PLCモデムの特性(例)

資料15-2



屋外パワー



電圧測定用カップラに内蔵されているトランスは、巻数比1:1の理想トランスとする。起電力E (V)のPLCモデムの出力をカップラを介して測定すると、測定電圧V<sub>2</sub> (V)は次式で与えられる。

$$V_2 = E \frac{50}{Z_{out} + 50}$$

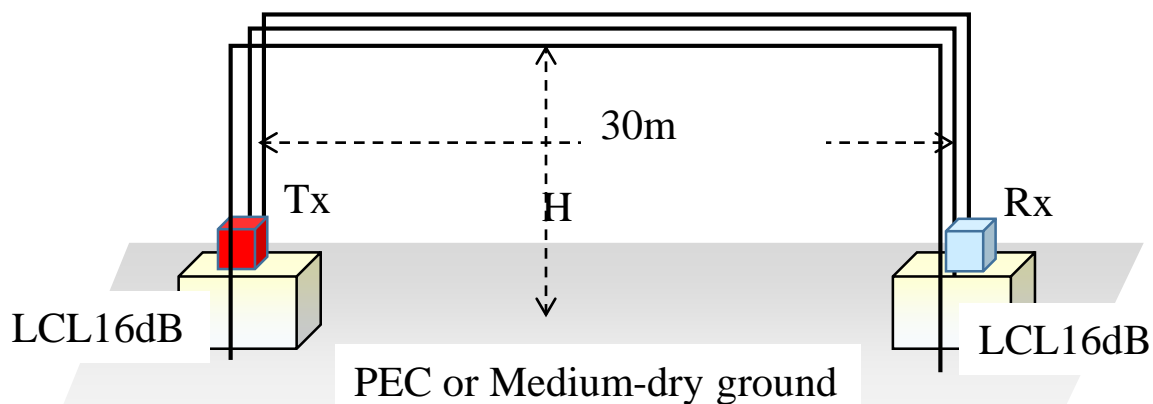
ここで、Z<sub>out</sub>はモデムの出力インピーダンスで、モデム製造時の設計値は24Ω程度である。

上図より、屋外用PLCモデムの10 MHz近傍の出力は、10 kHz当たり87dBμV (-20 dBm/10 kHz)であるから、E=0.02 Vとなる。したがって、屋外PLCモデムの起電力を

2~15 MHz: 起電力 0.032 V/10 kHz程度、 15~28 MHz: 起電力 0.01 V/10 kHz程度と見なして計算する。モデム製造時の入力インピーダンスの設計値は75Ω程度である

# 屋外三相電力線の解析モデル 1

## 橋形線路(不平衡負荷)



建造物の屋内から屋外に引き出された三相電力線を考慮して、長さ $L=30\text{m}$ 、高さ $H=4\text{m}$ および $H=0.1\text{m}$ の電力線の2線の両端に不平衡負荷(線間負荷 $100\Omega$ 、LCL16dB)を接続した場合について電磁界を解析した。

なお、大地面は、一般土壌(Medium-dry)、または金属大地(PEC)とした。

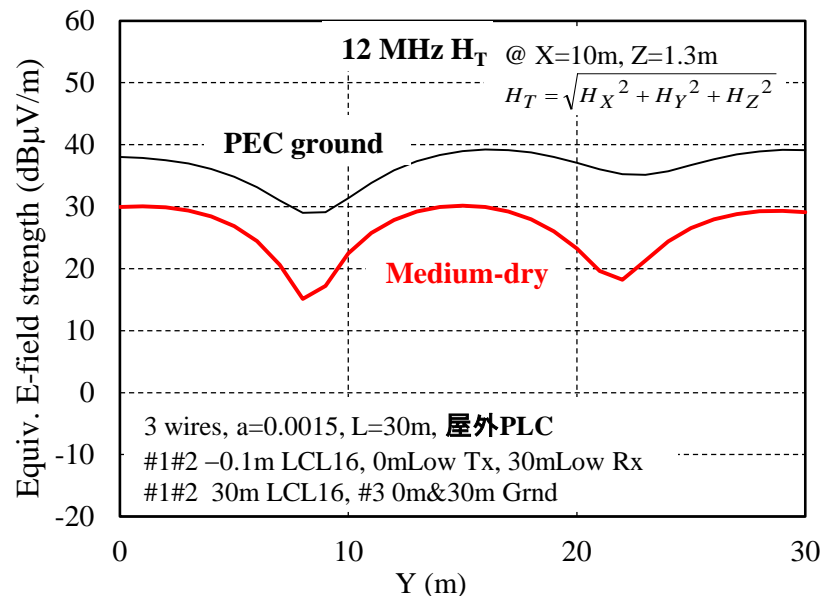
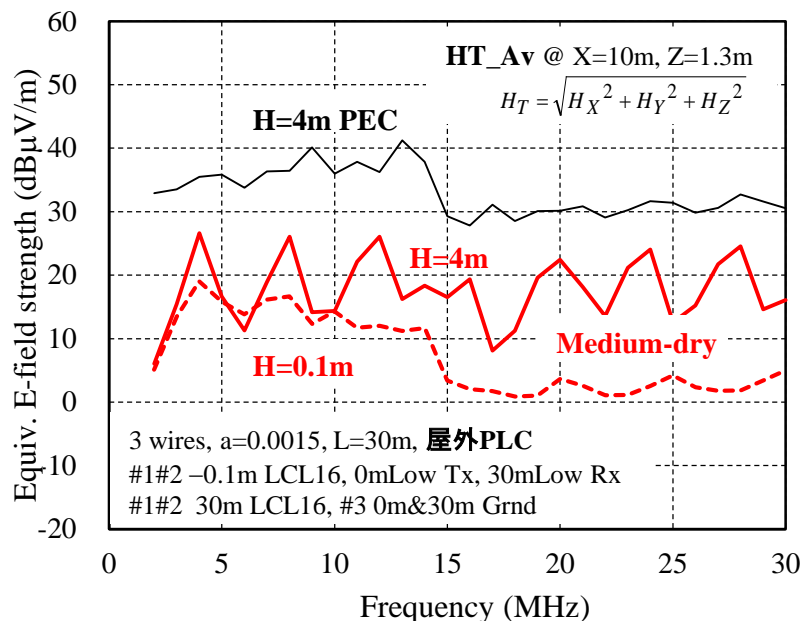
CVケーブルを想定して、直径3mmの裸線3線を間隔5mmで水平に配置した。電力線に接続するPLCモデムとして屋外用PLCモデムを用い、下記の特性を仮定した。

起電力:  $0.32\text{V}$  (2-14MHz),  $0.01\text{V}$  (15-30MHz)

入出力抵抗: Tx ( $24\Omega$ ), Rx( $75\Omega$ )

# 屋外三相電力線の解析モデル 1

## 橋形線路(不平衡負荷)の近傍磁界



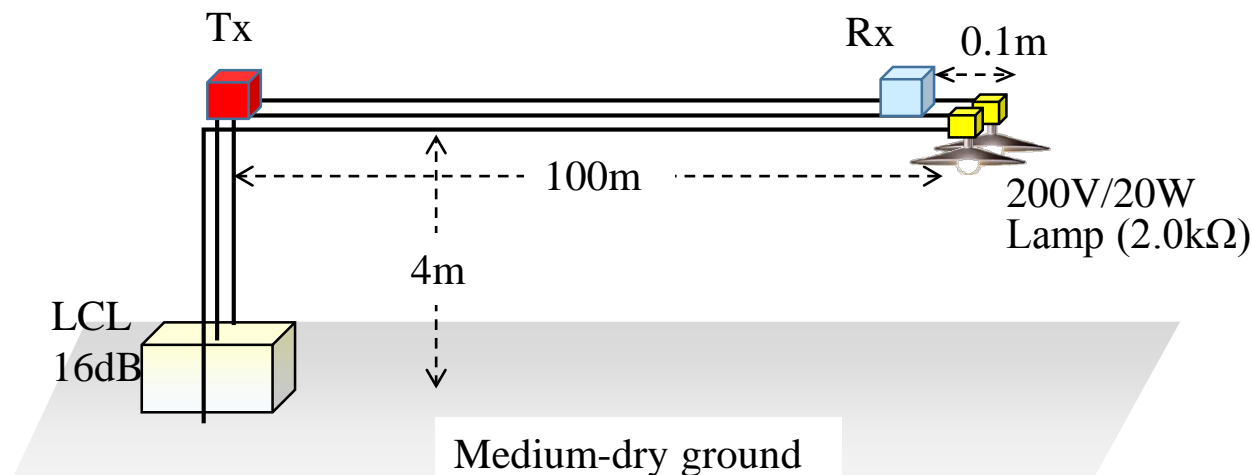
左図： 磁界強度@10mの線路に沿った平均値を周波数に対して図示する。15MHzにおける低下はPLCモデム出力が10dB減少したためである。金属大地に比べて一般土壤では10dB以上低下することが判る。また、線路高が低いと磁界強度も低下する。

右図： 比較的にレベルが高い12MHzの磁界強度を線路に沿って示す。

(a) 屋外では金属大地面が少ないこと、(b) 平均的な負荷のLCLは32dB程度であり、解析に使用した平衡度の悪い負荷(LCL16dB)は少ないことなどを考慮すると、屋外用PLCモデムを使用しても、近傍磁界強度は周囲雑音の代表値(H18情通審答申)と同程度か、それ以下であることが推測される。

# 屋外三相電力線の解析モデル 2

## 水平線路(防犯灯など)



上図のように、建造物の屋内(LCL16dB)から屋外に引き出された全長 $L=100\text{m}$ で高さ $H=4\text{m}$ に架設された三相3線電力線の遠端にLED防犯灯(200V/20W)を接続した場合について電磁界解析した。

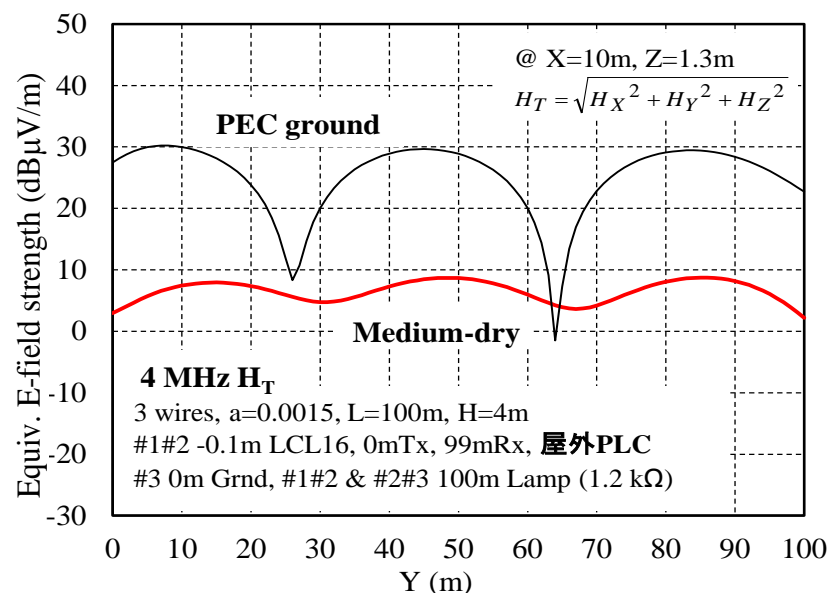
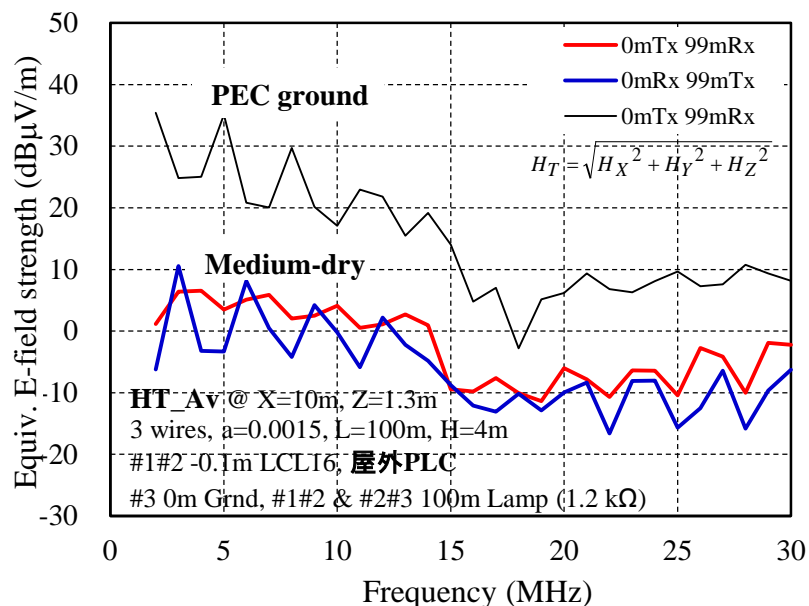
CVケーブルを想定して、直径3mmの裸線3線を間隔5mmで水平に配置した。また、屋外用PLCモデムとして、下記の特性を仮定した。

起電力: 0.032V (2-14MHz), 0.01V (15-30MHz)

入出力抵抗: Tx (24Ω)、Rx(75Ω)

# 屋外三相電力線の解析モデル 2

## 水平線路(防犯灯など)の近傍磁界



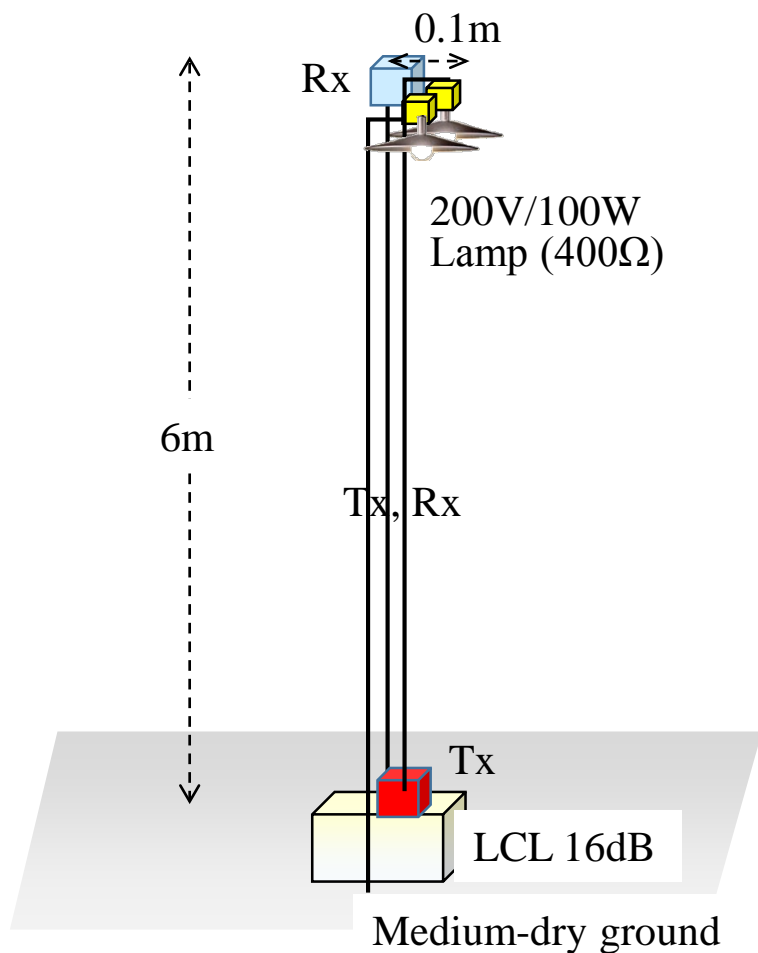
左図： 近傍磁界強度@10mの線路に沿った平均値を周波数毎に示す。15MHzにおける低下はPLCモデム出力が10dB減少したためである。金属大地に比べて一般土壤では10dB以上低下する。また、送・受信の位置を交換しても余り変化しないことが判る。

右図： 比較的にレベルが高い4MHzの磁界強度を線路に沿って示す。

屋外では金属大地面が少ないことを考慮すると、屋外用PLCモデムを使用しても、近傍磁界強度は周囲雑音の代表値(H18情通審答申)と同程度か、それ以下であることが推測される。

# 屋外三相電力線の解析モデル 3

## 垂直線路(野外照明灯など)



図のように、建造物の屋内(LCL16dB)から屋外に引き出した高さ $H=6\text{m}$ の三相電力線の終端に100Wの照明灯を接続した場合について、電磁界を解析した。

なお、大地面条件は、一般土壌を考慮してMedium-dry条件とした。また、参考のために、金属大地面(PEC)も検討した。

CVケーブルを想定して、直径3mmの裸線3線を間隔5mmで平行に配置した。電力線に接続するPLCモデムとして屋外用PLCモデムを用い、下記の特性を仮定した。

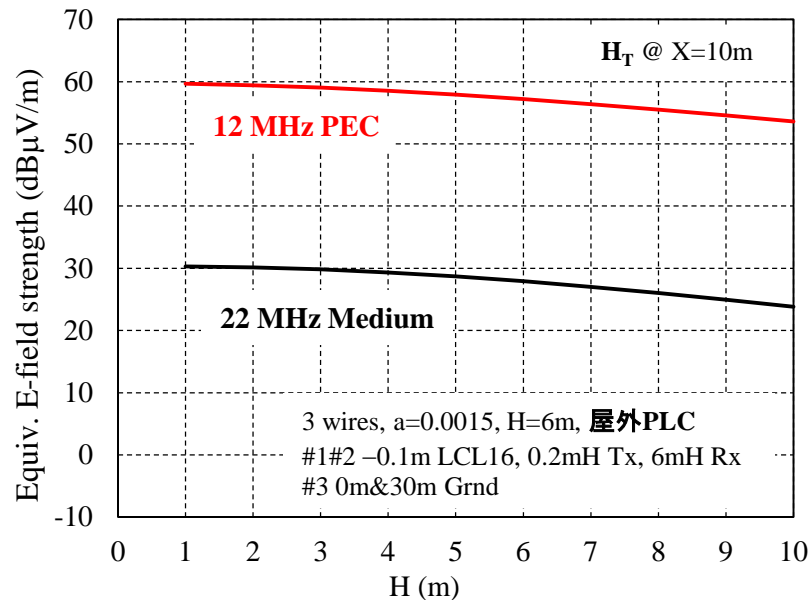
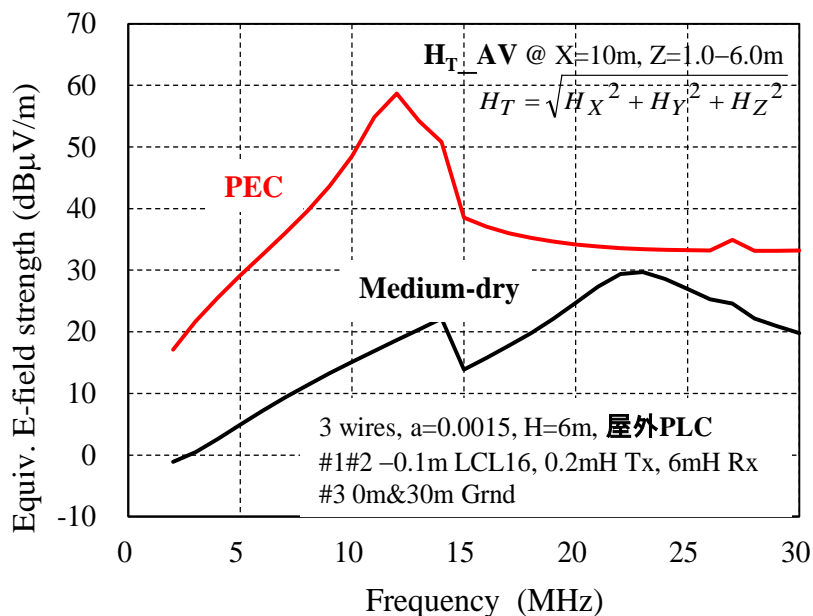
起電力:  $0.32\text{V}$  (2-14MHz)

$0.01\text{V}$  (15-30MHz)

入出力抵抗:  $T_x$  (24Ω)、 $R_x$  (75Ω)

# 屋外三相電力線の解析モデル 3

## 垂直線路(野外照明灯など)の近傍磁界



左図： 近傍磁界強度@10mの垂直線路に沿った平均値を周波数毎に示す。金属大地面上では、線路長が波長の1/4になる周波数(12.5MHz)で磁界強度が強くなる。

右図： 共振周波数近傍の磁界強度を線路に沿って示す。

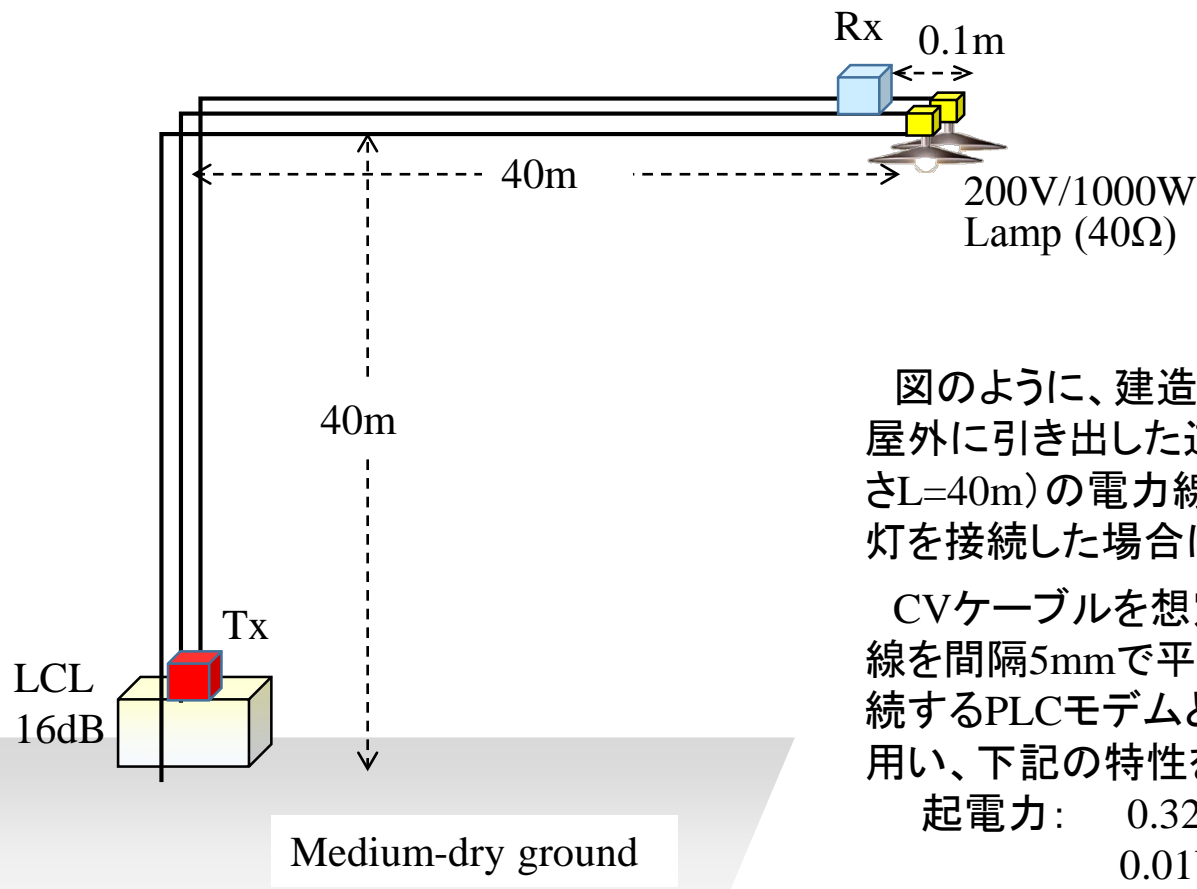
一般土壌では、屋外用PLCモデムを使用しても近傍磁界強度は周囲雑音の代表値(H18情通審答申)より十分低いことが推測される。

なお、金属大地面では近傍磁界が高くなるが、屋外に金属大地面を設置することは殆ど無いこと、また解析に使用した極端に平衡度の悪い負荷(LCL16dB)も少ないこと、などを考慮すると、屋外用PLCモデムの使用は問題無いと思われる。



# 屋外三相電力線の解析モデル 4

## 水平・垂直線路(スタジアムなど)



図のように、建造物の屋内(LCL16dB)から屋外に引き出した逆L型配線(高さH=40m、長さL=40m)の電力線の終端に1000Wの照明灯を接続した場合について解析した。

CVケーブルを想定して、直径3mmの裸線3線を間隔5mmで平行に配置した。電力線に接続するPLCモデムとして屋外用PLCモデムを用い、下記の特性を仮定した。

起電力: 0.32V (2-14MHz)

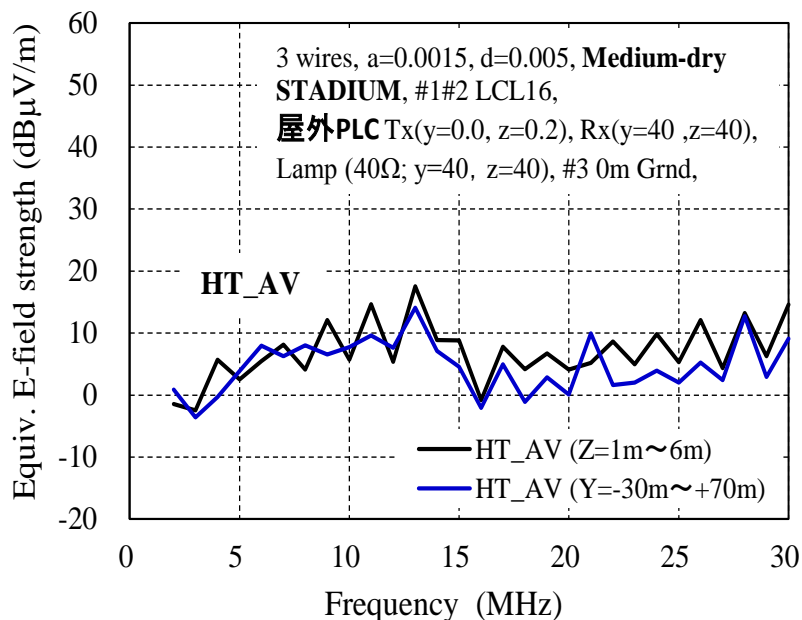
0.01V (15-30MHz)

入出力抵抗: Tx (24Ω)、Rx(75Ω)

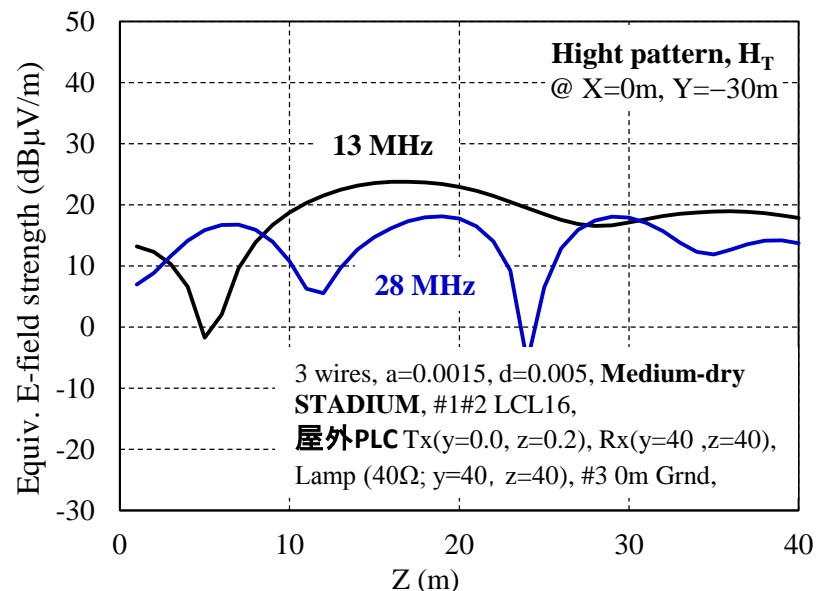
# 屋外三相電力線の解析モデル 4

## 水平・垂直線路(スタジアムなど)の近傍磁界

平均磁界強度 @30m



垂直分布 @30m

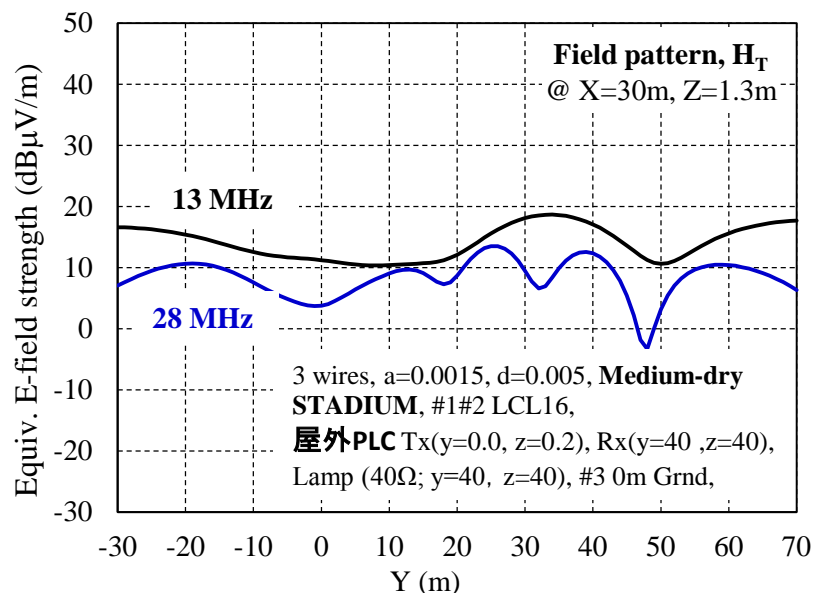


- 左図：敷地が広いスタジアム等では近隣建物との離隔距離が大きいため、距離30mにおける近傍磁界強度の水平・垂直線路に沿った平均値を周波数毎に示す。
- 右図：共振周波数近傍の磁界強度を垂直線路に沿って示す。

# 屋外三相電力線の解析モデル 4

## 水平・垂直線路(スタジアムなど)の近傍磁界

### 水平分布 @ 30m



左図： 線路から水平に30m離れた地上高1.3mの磁界強度の分布を示す。

以上の解析結果から、スタジアム等で屋外用PLCモデムを使用しても、近傍磁界強度は周囲雑音の代表値(H18情通審答申)と同程度か、それ以下であることが推測される。

なお、スタジアム等の建物の遮蔽効果を考慮すれば、出力が10dB高い屋内PLCモデムの使用も可能と思われる。スタジアムのグランド上方空間は遮蔽されないが、放射電力は $-80\text{dBW}/10\text{kHz}$ 程度以下であり、微弱無線局の放射電力( $-71\text{dBW}/10\text{kHz}$ 程度)より小さいと推測される。

# 屋外用PLC設備付き三相電力線の近傍磁界

屋外PLC（金属大地）			磁界_AV (dB $\mu$ A/m)		放射電力_AV (dBW)	
	長さ (m)	高さ (m)	2-14MHz	15-30MHz	2-14MHz	15-30MHz
橋形	30	4	36.4	30.3	-84.3	-85.6
水平	100	4	30.1	7.4	-92.5	-99.3
垂直		6	39.4	34.1	-71.1	-87.8
屋外PLC（一般土壌）			磁界_AV (dB $\mu$ A/m)		放射電力_AV (dBW)	
	長さ (m)	高さ (m)	2-14MHz	15-30MHz	2-14MHz	15-30MHz
橋形	30	4	17.9	17.4	-96.9	-96.1
橋形	30	0.1	13.3	2.4	-94.0	-95.6
水平	100	4	4.4	-7.3	-101.3	-110.0
垂直		6	10.9	23.7	-99.0	-93.5
水平・垂直	40	40	9.4*	8.4*	-92.9	-96.3
			測定距離 10m 但し、*は30m			

以上の解析結果をまとめたものを上表に示す。この結果から、一般土壌では屋外用PLCモデムを使用しても、近傍磁界強度は周囲雑音の代表値(H18情通審答申)より十分低いことが推測される。なお、金属大地面では近傍磁界が高くなるが、屋外に金属大地面を設置することは殆ど無いことを考慮すると、屋外用PLCモデムの使用は問題無いと思われる。

# 屋外用PLC設備を設置した 三相電力線の近傍磁界 (まとめ)

以上の電磁界解析結果から、建造物の屋内から屋外に引き出された三相3線の電力線に現在使用が許可されている屋外用PLCモデムを接続・使用しても、近傍磁界強度は周囲雑音の代表値と同程度か、それ以下であることが推測される。また、放射電力は -80dBW/10kHz程度以下であり、微弱無線局の放射電力(-71 dBW/10kHz程度)より小さいと推測される。

(周囲雑音の代表値: 28dB $\mu$ V/m@2-14MHz, 18dB $\mu$ V/m@15-30MHz: H18情通審答申)

なお、金属大地面では近傍磁界が高くなるが、屋外に金属大地面を設置することは殆ど無いこと、また解析に使用した極端に平衡度の悪い負荷(LCL16dB)も少ないこと、などを考慮すると、屋外用PLCモデムの使用は問題無いと思われる。

また本資料では、解析モデル2で最低周波数2MHzの半波長より長い100mの水平電力線を解析したが、この解析結果は電力線の損失が小さければ100mより長い線路にも適用できる。

なお、スタジアム等の広大な建造物内では、出力が10dB高い屋内PLCモデムの使用も可能と思われる。