

航空無線システムとの共存検証実験結果、 および共存条件の検討結果

2005年9月26日

高速電力線通信推進協議会

航空無線システムとの共存実験の概要

●実験の目的

- 航空無線システムへPLCの漏えい電波が混入した場合の、
航空管制通信への影響を、聴覚にて評価する。

●実験日時

- 第1ステップ 2005年8月5日～8月8日
- 第2ステップ 2005年9月15日 11:00～16:00

●実験場所

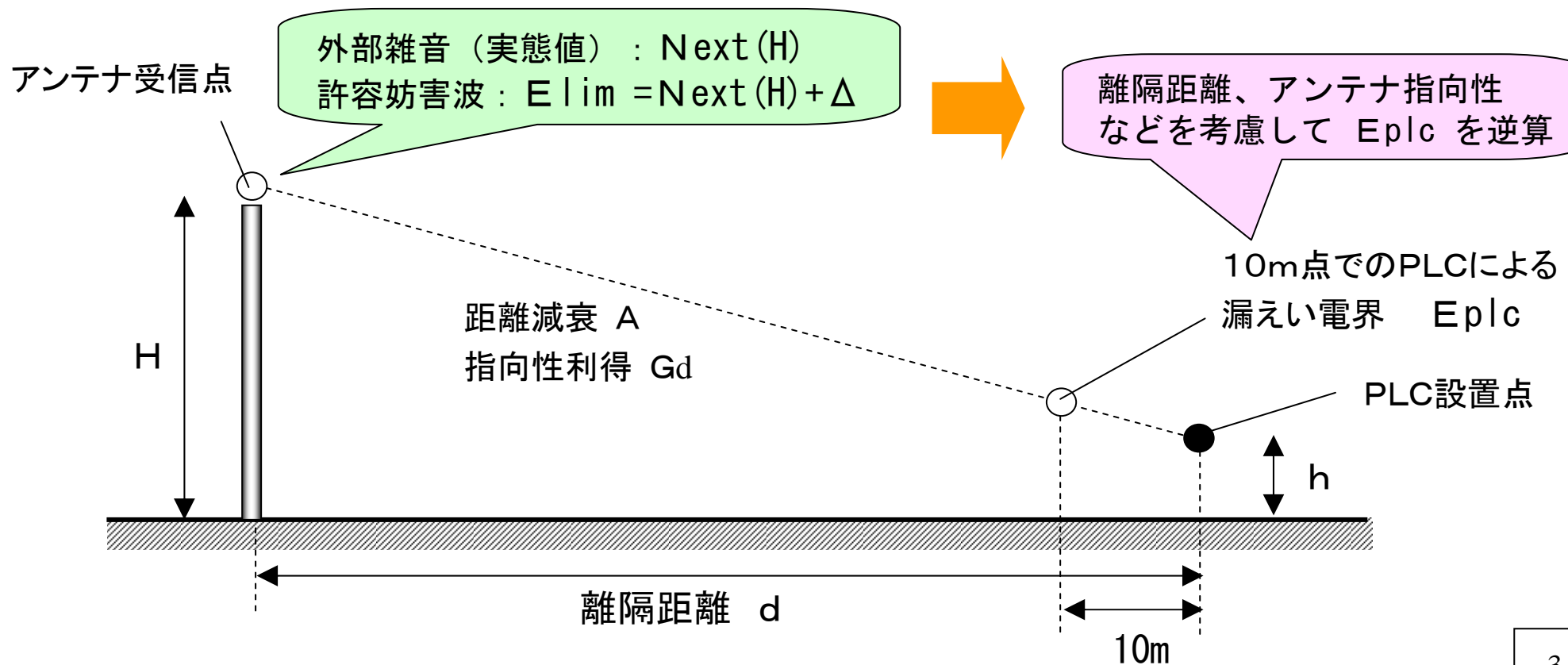
- 第1ステップ 坂戸通信所
- 第2ステップ 東京電力(株)技術開発センター 電波暗室 (横浜市鶴見区)

●実験参加団体

- 国土交通省
- 電子航法研究所
- PLC-J

共存可能条件(直接波による妨害)の検討方法

- ①妨害の影響が無いPLC信号/外部雑音混合比 Δ [dB] を、聴覚試験で把握。
- ②アンテナ受信点での外部雑音実態値から、許容妨害電界 E_{lim} を算出。
- ③離隔距離やアンテナ指向性などを考慮して、PLC設備から10m点での許容される漏えい電界強度 E_{plc} を算出。

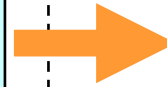


共存検証実験の全体概要と目的

坂戸航空無線通信所でデータ取得

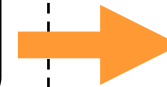
第1ステップ

坂戸通信所での外部雑音
(環境雑音)の実態測定



PLC設備からの所要離隔距離
を検討するための基礎データ

坂戸通信所での、受信S/Nの
実態測定



聴覚試験時に設定すべきS/Nの把握
(運用実態に即した試験を行うため)

実験室(シールドルーム等)で実施

第2ステップ

聴覚試験
主信号に、雑音、PLC信号を
重畳し、音声受信への影響
を評価



坂戸通信所は、周辺住宅
との離隔が小さく、直接波
妨害について、最も厳しい
条件の場所

坂戸通信所でのデータ取得結果

①外部雑音(環境雑音)の実態把握

- ループアンテナにより、敷地内 5 箇所 of 外部雑音を測定(地上高 1m)。
- 22MHz(最高周波数)における外部雑音は 12~14dBuV/m 程度(帯域幅 10kHz)。
- 測定場所、および測定時間帯に対する依存性は小さい。
- 受信アンテナ(傾斜V型)の受信レベルとは相関が無い。アンテナ高・指向性の差異に起因すると考えられ、共存条件の検討にはこれらを考慮する。

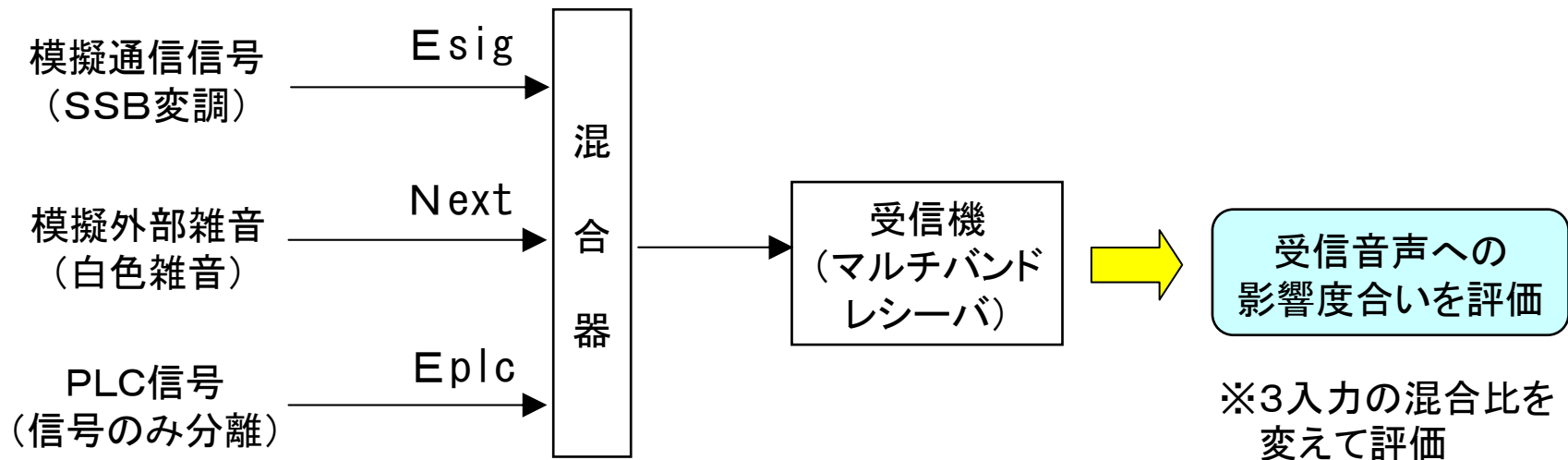
②運用されている受信SN比の実態把握

- 受信S/Nの80%は、9dB~24dB(帯域 3kHz換算)の範囲にある。
- 周波数に対する依存性は認められない。
- 時間帯に対して、雑音レベル・信号レベルは大きく変化するが、S/Nは変わらない。

音声受信への影響評価： 評価方法の概要

- ◇ 模擬通信信号にPLC信号が混入したときの、受信音声への影響を評価。
- ◇ 運用実態に即した評価をするため、模擬通信信号には模擬外部雑音を混合する。
(混合比(S/N)は、実測データに基づいて決定)
- ◇ PLC信号と外部雑音との混合比(P/N)を変えて評価を行い、実用上の影響が生ずる混合比を把握する。

※航空管制通信の実際の運用環境に、可能な限り近づけた評価方法



音声受信への影響評価： 評価の条件

●試験に用いる信号の混合比

混合比	P/N (PLC／外部雑音比)	S/N (信号／外部雑音比)
値	-6, -3, 0, +3, +6dB の5水準	9, 16, 24dB の3水準 (※)

※帯域幅 3kHz

●音声の評価尺度

- ・PLC信号混入前後の、**相対的な音質劣化**を5段階評価
- ・被験者数：11名
 - ・国土交通省：6名(管制通信官含む)
 - ・PLC-J：5名
- ・最良・最悪値を除いた、9名の平均値で評価

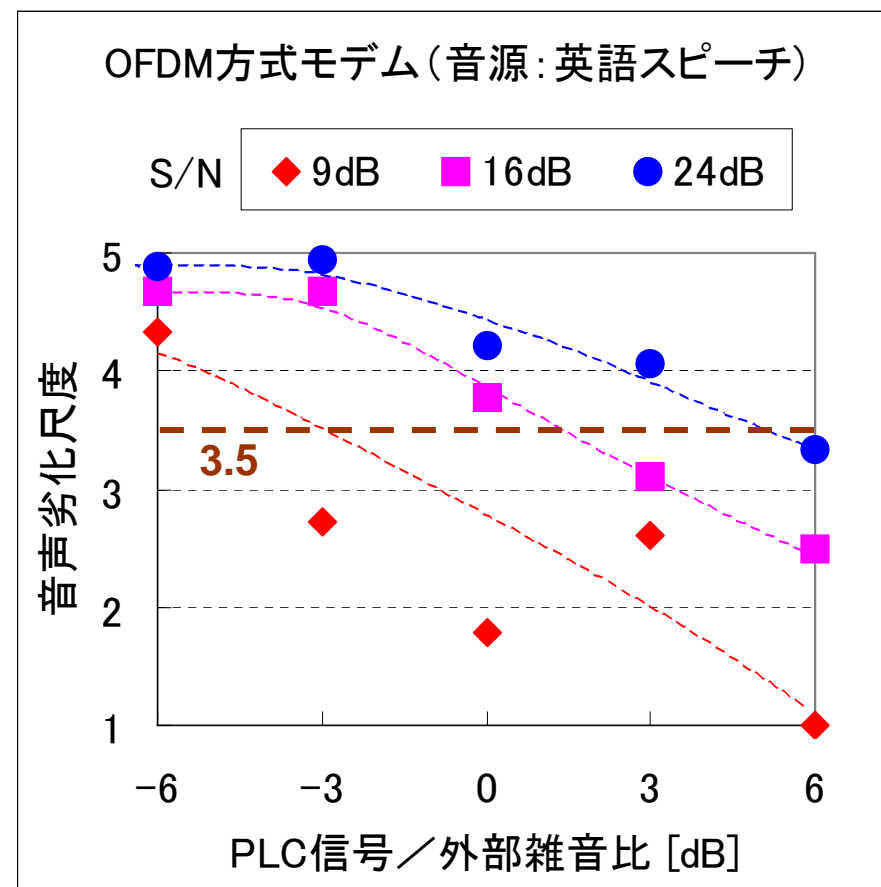
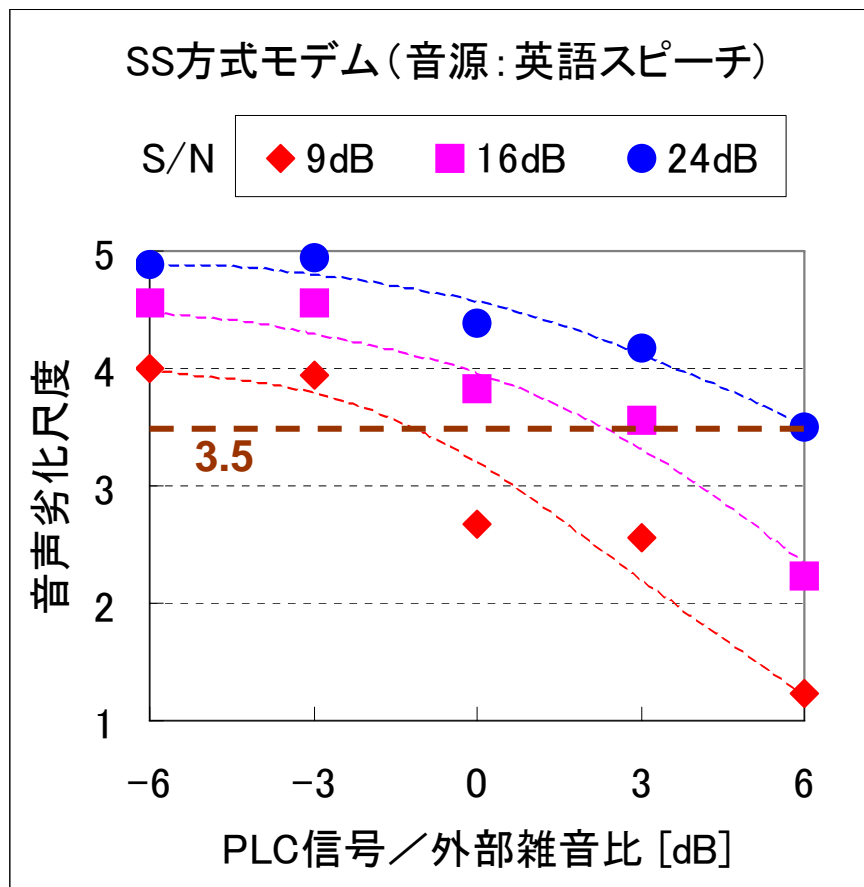
尺度	説明
5	(PLC信号による妨害が)分からない
4	分かるが気にならない
3	気になるが邪魔にならない
2	邪魔になる
1	非常に邪魔になる

●評価用の音源

- ①スピーチ(英語)
- ②管制通信 …… 音源の雑音レベルの定量把握が難しいため、参考試験

音声受信への影響評価： 評価結果

- 音声劣化尺度 3.5 以上となる P/N比 (PLC信号 / 外部雑音比)
 - SS方式: -3 dB、OFDM方式: -6 dB (S/N=9dBの厳しい条件時)
 - S/Nに依存。同じP/N比でも、S/Nが良いと音質劣化は小さい。



共存可能条件の検討(坂戸通信所): 許容妨害波レベル Elim

項目	検討条件	備考
周波数	22 MHz	航空無線で使用する最高周波数 (外部雑音が低く、 最も厳しい条件)
アンテナ受信点の高さ H	30 m	進行波アンテナなので、給電点が最も電流が大きい
外部雑音(高さ 1m) Next (1m)	12 ~ 14 dBuV/m	坂戸通信所における実測値 (rms値、帯域幅 10kHz)
外部雑音(高さ H) Next (H)	Next (1m)	外部雑音の高さ依存性については考慮せず
音声劣化尺度 3.5 以上を確保できる、PLC信号/外部雑音比 Δ	-6 ~ -3 dB	聴覚試験の結果より



アンテナ受信点における許容妨害波レベル(rms値、帯域幅 10kHz)

$$\text{Elim} = \text{Next}(H) + \Delta = 6 \sim 11 \text{ dBuV/m}$$

共存可能条件の検討(坂戸通信所): 許容漏えい電界 E_{plc}

項目	受信アンテナの 最大利得方向	受信アンテナの後方 (住宅最近接方向)	備考
許容妨害波レベル E_{lim}	6 ~ 11 dBuV/m		rms値、帯域10kHz
確保可能な水平離隔距離 d (実効離隔距離 r)	150 m (153.0 m)	20 m (36.1 m)	$r = [d^2 + H^2]^{1/2}$
距離減衰 A	35.5 dB	16.7 dB	減衰係数 30dB/dec.
アンテナ指向性利得 G_d	11 dB	< -20 dB	理論式により算出
許容される、10m点での PLC漏えい電界強度 $E_{plc} = E_{lim} + A - G_d$	30.5 ~ 35.5 dBuV/m	42.7 ~ 47.7 dBuV/m	rms値、帯域 10kHz
E_{plc} をQP値、帯域 9kHz に換算	40.0 ~ 45.0 dBuV/m	52.2 ~ 57.2 dBuV/m	9.5dB 加算



最悪条件が重なっても(※)、 $E_{plc} \leq 40$ dBuV/m (QP値) であれば共存可能

※ [最高周波数] & [最悪S/N] & [最悪方向] & [当該周波数に漏えい電波のピークが発生]

共存可能条件の検討： 結論

- 直接波による妨害についての検討結果の結論は、下記の通りである。
- 本検討では考慮していない、PLC の放射パターン(家屋内配線からの放射特性など)、累積効果、遠距離伝搬特性については、研究会での検討結果を反映させることが必要。

●坂戸通信所における共存可能条件 (東京国際(友部)航空局)



10m点でのPLCからの漏えい電界が 40 dBuV/m (QP値) 以下であれば共存可能と考えられる

●その他の国内受信設備の共存可能条件

- ①東京国際(成田)航空局(新東京国際空港内)
- ②東京国際(羽田)第2航空局(東京国際空港内)
- ③那覇第4航空局(那覇空港内)



坂戸通信所よりも大きな離隔が確保可能であり、少なくとも、上記漏えい電界値では共存可能と考えられる