

## 「共用検討実施」の提案

2005 年 8 月 18 日

国立天文台

日本学術会議

電波天文周波数小委員会

### 1. はじめに

高速電力線搬送通信に関する研究会（以下、「PLC 研究会」と呼びます）第 1 回の資料 1-2 では、e-Japan 重点計画 2004（平成 16 年 6 月 15 日）の PLC 関連部分が引用されています。

オ） 家庭内の電力線の高速通信への活用（総務省）

無線通信や放送等への影響について、実用上の問題の有無をできるだけ早期に検証できるよう、2004 年度以降も引き続き漏えい電波低減技術に関する実験の実施を促進する。また、実験結果の公開や研究開発等を通じて実用上の問題がないことが確保されたものについて、活用を推進する。

そして e-Japan 重点計画 2004 へのパブリックコメントとして提出された意見に対する高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（本部長：内閣総理大臣）の考え方として、以下が書かれています。

現在実施されている実験の結果の公開、幅広い関係者が参加する検討などを通じて、漏えい電波を大幅に低減するための技術の検証などを行い、電力線搬送通信設備の使用周波数帯の拡大に伴う実用上の問題がないことを確保するための技術的条件の策定など活用方策の検討を行うことにより、その活用を推進することが重要と認識している。

今回の PLC 研究会は、この考え方が前提であると我々は認識しています。しかし、無線通信や放送等の無線通信業務に対し、電力線搬送通信設備の使用周波数帯の拡大に伴う実用上の問題がないことを確保するための技術的条件の策定は未だになんら議論されていないのが実情です。

国立天文台及び日本学術会議電波天文周波数小委員会としては、高速 PLC を導入できるかどうかは、PLC が無線通信業務に有害な障害を与えるか否かが判断基準となると考えます。無線通信業務に有害な障害が生じるかどうかを判断するためには、所謂「共用検討」を実施することが必要であるので、その方法論についてご提案いたします。

## 2. 共用検討の方法論

### 2.1 基本方程式

一般に transmitter と receiver は距離  $d$  だけ離れて存在すると考えることができます。この時、次の式が成立します。

$$P_r = P_t + G_t - L_b + G_r \quad (1)$$

ここで

$L_b$  : basic transmission loss (dB) as a function of distance,  $d$

$P_t$  : transmitting power level (dBW) in the reference bandwidth at the input to the antenna

$G_t$  : gain (dBi) of the transmitting antenna

$G_r$  : gain (dBi) of the receiving antenna

$P_r$  : received power level (dBW) in the reference bandwidth at the input to the antenna

PLC モデム及び電力線は無線通信設備ではありませんが、これらからの放射は Maxwell の法則に従う電磁波ですので、PLC モデムおよび電力線からの放射が無線通信システムにどれだけの影響を与えるかは、上記(1)式を用い、受信した(干渉)電力が各無線通信業務の保護閾値を越えているかどうかで評価することができます。Transmitter と receiver との間の距離,  $d$ , はしばしば調整距離(離隔距離)と呼ばれます。

### 2.2 伝搬損

調整距離  $d$  は、伝搬損モデルに依存します。最も簡単、かつ、よく使用されるものが自由空間伝搬モデルで、勧告 ITU-R P.525-2 によると、

$$L_b = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d \text{ (dB)} \quad (2)$$

where:  $f$ : frequency (MHz),  $d$ : distance (km)

と表されます。室内等、PLC近傍での伝搬は自由空間伝搬を基盤として考えればよいと思われませんが、遠方への影響については別途考慮しなくてはなりません。短波帯における伝搬は複雑ですが、対流圏伝搬と電離層伝搬に大別することができます。ITU-Rはこれらに対応するソフトウェアを配布しているのでこれを利用して伝搬損等を求めることが可能です。

<http://www.itu.int/ITU-R/software/study-groups/rsg3/databanks/index.html>

対流圏伝搬にはプログラム GRWAVE が使えます。GRWAVE を用いると、直接波, 地表波, 回折波等を総合した伝搬損を求めることができます。また電離層伝搬については、HF sky-wave propagation (Rec. ITU-R P.533)が使用でき、伝搬損だけでなく受信点での電界強度, S/N 比などが容易に求められます。例として図 1 に sky-wave propagation プログラムの出力例を示します。Sky-wave は transmitter 近傍では弱いですが、近傍で背景雑音未満であっても遠方の被干渉源に大きな影響を与えうることが分かります。Sky-wave program では、point-to-point だけでなく point-to-area の場合に対応する伝搬を計算することも可能です。図 2 に point-to-area の計算例を示します。遠方での電界強度が大きくなることが分かります。

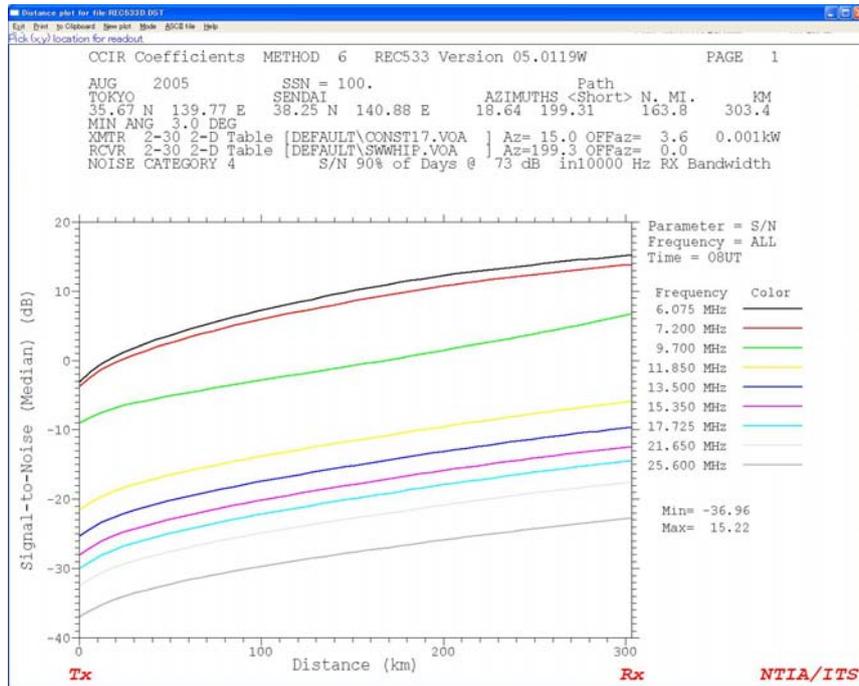


図1. Sky-Wave の計算例 (point-to-point) : 東京に短波帯の送信アンテナを置いた例。出力 1W, 参照バンド幅 10kHz, 背景雑音は Quiet Rural, ビームは水平から 3 度上方に向いている。東京—仙台の線上 (海拔 0m) における受信電力と背景雑音の S/N (dB)がプロットされている。

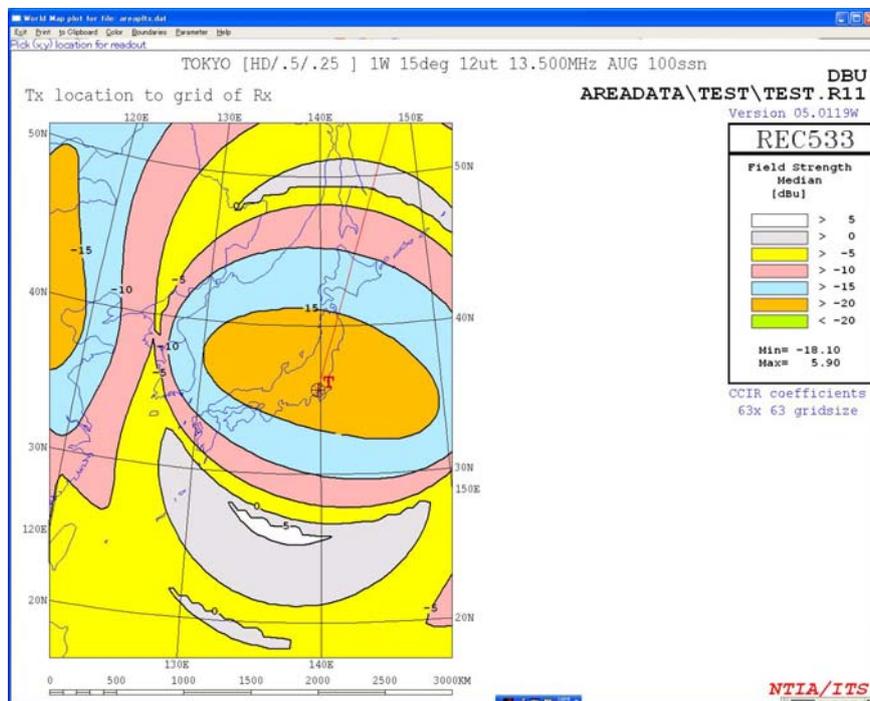


図2. Sky-Wave の計算例 (point-to-area) : 東京に短波帯の送信アンテナを置いた例。出力 1W, 参照バンド幅 10kHz, ビームは水平から 15 度上方に向いている。コントアは電界強度(dB $\mu$ V/m)。

### 2.3 集積効果 (aggregate)

さて、以上の方法により「1組の PLC システム」が被干渉側の無線通信業務に与える影響が分かりますが、PLC システムは 1 組だけではないのですからその分布を踏まえて集積効果 (aggregate)を求める必要があります。集積効果については欧州 (CEPT) における検討でも同効果を入れることが必須と指摘されており、PLC 研究会でも集積効果を踏まえた評価を行うべきです。

特に短波放送、アマチュア無線、航空管制無線、漁業無線、防衛無線、電波天文等、遠方からの微弱な信号を受信する業務、また、安全業務への PLC システムからの干渉を評価するためには集積効果を踏まえて検討を進めることが必須であると考えます。

集積効果を評価するためには、以下の情報が必要になります (資料 7-8 も参照) ので、是非ご教示下さい。

- 電力線通信設備の稼働数 (単位 $\text{km}^2$ 当たりの分布数)の推定密度
- 同設備の時間稼働率 (単位時間あたり PLC システムが稼働している時間は何%か)
- 電力線からの3次元放射パターンの詳細 (電力線の接続、家電製品の稼働状況に応じたパターン変化も含む) , アンテナとなる電力線のゲイン
- 電力線からの放射の距離減衰性 (放射が距離のどのような関数として減衰してゆくのか。放射は3次的に起きることを考慮すると、距離減衰性の3次元分布が必要。)

各 PLC システムからの受信電力を(1)式に基づいて求め、それらを総合 (積分) することで集積効果を求めることができます。このようにして求めた PLC からの累積干渉が保護閾値を越えない場合は PLC と無線通信業務が両立すると結論できますし、越える場合は調整距離を長くする、PLC からの漏洩電波を減らす等の干渉軽減対策を取らない限り PLC と無線通信業務との両立は困難となるでしょう。

---