



高速電力線搬送通信に関する 漏えい電界低減技術開発の取り組み

2005年1月31日

高速電力線通信推進協議会

目次

1. 高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) の概要
 2. 開発目標と取り組み
 3. 漏えい電界低減技術
 3. 1 低減効果
 3. 2 戸建住宅における実証実験結果
 3. 3 各種漏えい電界低減技術概要
 3. 4 屋内利用限定による環境改善
- 用語集
- 実験データの公開状況
- 添付資料 1 PLC-J会員各社の実験結果
- 添付資料 2 戸建住宅における実証実験結果 (詳細)



1. 高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) の概要

○高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) 設立

高速PLC推進各社一体となって実用化に取り組むことを
目的として設立

名 称	高速電力線通信推進協議会 (High Speed Power Line Communication Promoters' Alliance of Japan : PLC-J)
設立日	2003年3月1日

URL <http://www.plc-j.org/>

PLC: Power Line Communication 電力線通信



1. 高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) の概要

一 活動内容

- ・ 高速電力線通信を利用するための技術基準（漏えい電磁界強度等）に関する検討
- ・ 高速電力線通信を実現するための技術（漏えい抑圧技術等）及び実用化手段の検討
- ・ 電力線通信の普及啓発活動
- ・ その他、本協議会の目的を達成するために必要な活動

一 会員会社（2005年1月現在）

（敬称略アイウエオ順）

A 会員（合計 13 社）

関西電力、きんでん、住友電気工業、東京電力、東洋通信機、日本電気、日立製作所、富士通、本多エレクトロン、松下電器産業、松下電工、三菱電機、ラインコム

B 会員（合計 20 社）

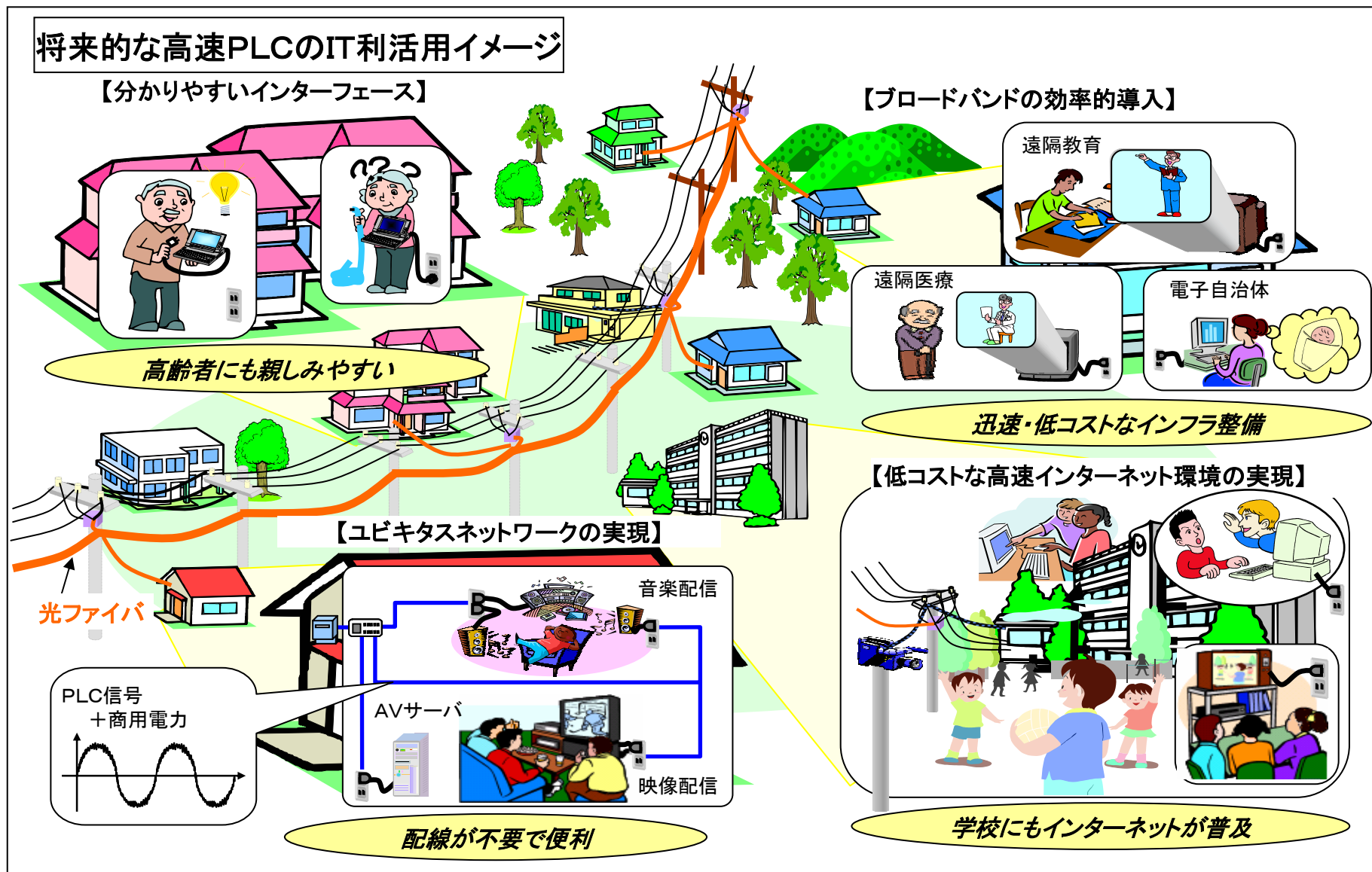
アーサー・ディ・リトル、アルプス電気、伊藤忠商事、沖縄電力、関電工※、京セラコミュニケーションシステム※、グローバルメディアオンライン※、四国総合研究所、四国電力、住友商事、ゼルライン・ジャパン、中国電力、中部電力、東北電力、トーエネック、日鉄エレックス、北海道電力、三菱電機ビルテクノサービス、三菱マテリアル、鷹山（※2005/3/1入会予定）

特別会員

武蔵工業大学 徳田教授



1. 高速電力線通信推進協議会 (PLC-J) の概要



2. 開発目標と取り組み

総務省 電力線搬送通信設備に関する研究会

H14.4~H14.8

微弱無線局の許容値を大幅に超える実験結果が多数存在

- ・ 現状では、周波数帯域の拡大は困難
- ・ 但し、漏えい電界低減技術開発が期待できることから、実験制度整備は必要
- ・ 国際基準の検討に積極的に貢献し、我が国の状況を反映した国際基準の策定を目指す

国

実証実験のための制度整備

民間(PLC-J)

漏えい電界低減への取り組み

[目標: 微弱無線局許容値以下]

2. 開発目標と取り組み

■ 開発目標

総務省 電力線搬送通信設備に関する研究会(2002) の結論から

使用周波数帯域 2MHz～30MHz

用途 屋内使用

漏えい電界レベル 微弱無線局の許容値以下

認許方法 型式指定等

■ 漏えい電界低減実験(全国14箇所)

2004年3月～



2. 開発目標と取り組み (会員による実証実験)



3. 漏えい電界低減技術

1. 通信方式の改善

- ・ S/Nの改善

約6~12dB改善

変復調技術

- ・ OFDM技術
- ・ Wavelet変換OFDM技術
- ・ 送信出力制御

受信感度改善

- ・ 受信トランス感度向上
- ・ PLC用低雑音電源技術
- ・ 雑音キャンセル技術

2. モデム平衡度の改善

- ・ コモンモード電流低減

約6~23dB改善

- ・ トランスの平衡度改善
- ・ PLC用コモンモード対策回路の開発

3. 屋内利用限定

- ・ 遮蔽効果
- ・ 平衡度向上

約10~20dB改善

- ・ 建物外壁による減衰
- ・ 屋内線路の平衡度

3.1 低減効果 (SS方式)

スペクトラムアナライザ設定 : RBW=10kHz、Peak検波、Max-Hold

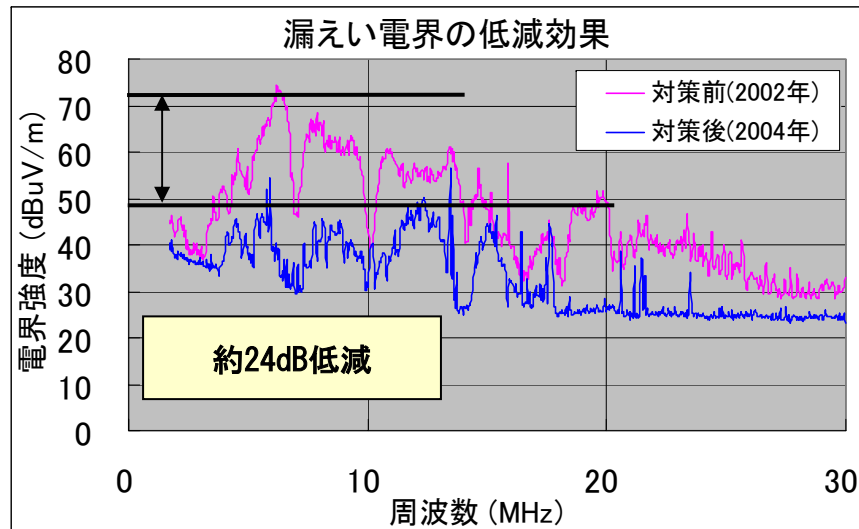


図 1 : 漏えい電界の改善例 (室内 3 m地点)

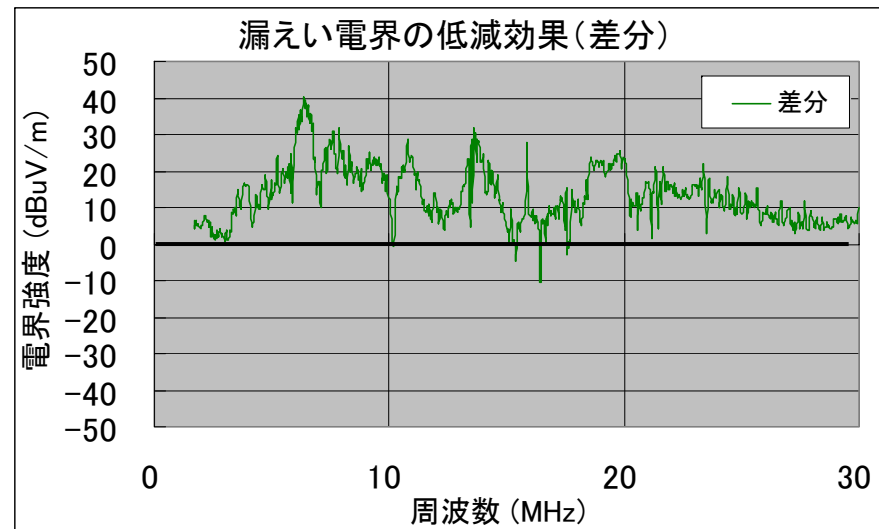
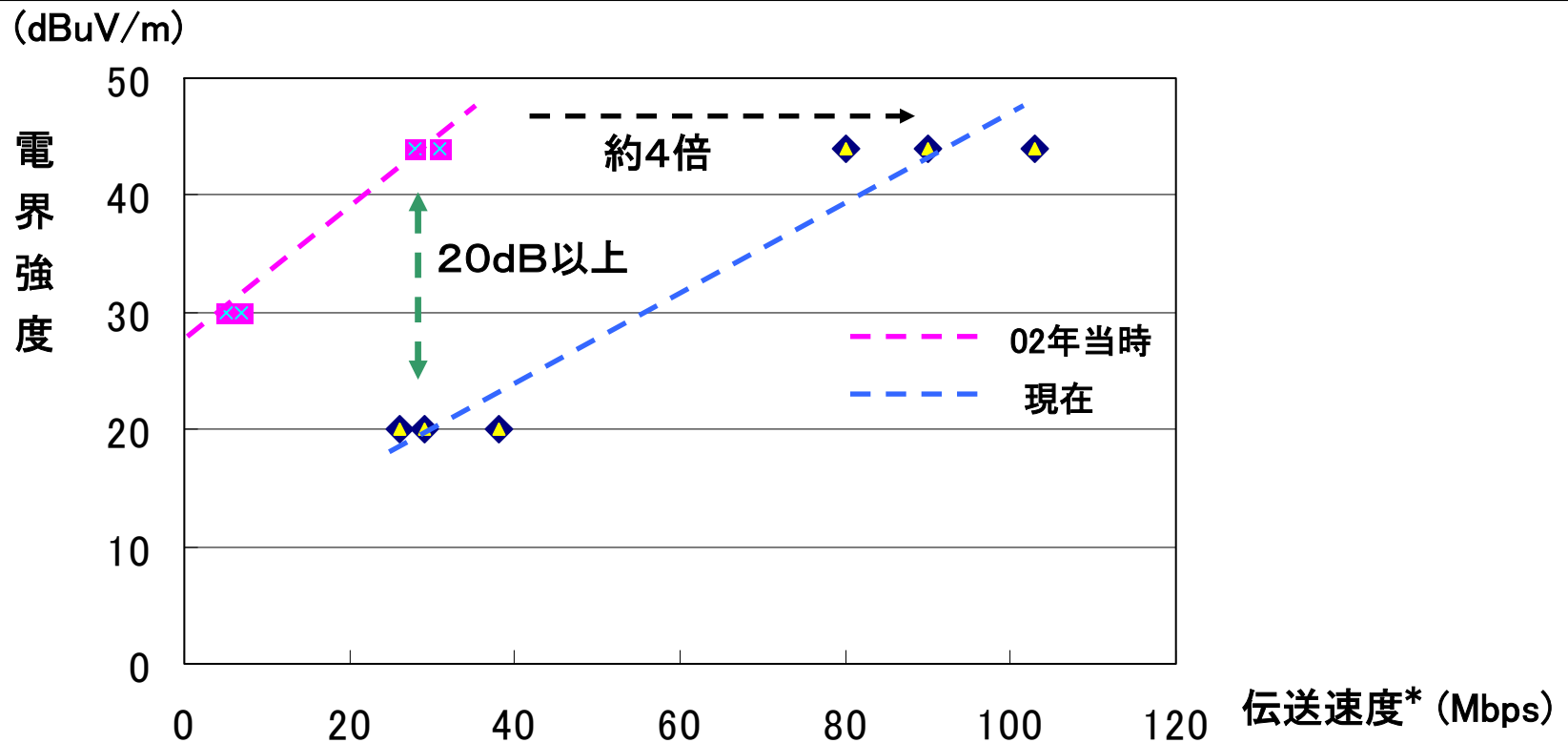


図 2 : 漏えい電界の改善例 (差分)

- 上記は、2年前のモデムから、漏えい低減技術の改善（送受信アナログ部／送受信トランス部の改善、電源部の対地平衡度の改善、さらにコモンモードチョークコイルの改善など）を実施し、対策前後の効果の確認を行ったものである。
- 2年前の対策前モデムでは最大で約 $74 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ の漏えい電界が確認されていたが、現在の対策後モデムでは最大で約 $50 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ に低減されている。（約 24 dB 改善）

3.1 低減効果 (OFDM方式)



伝送速度と漏えい電界(海外での実環境における実験結果)

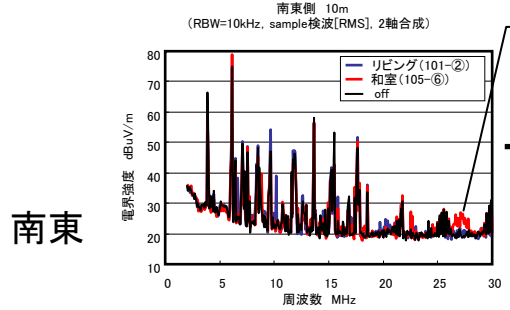
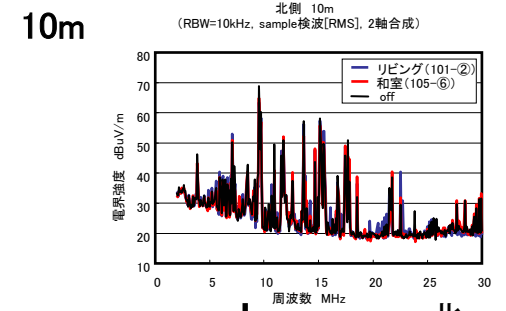
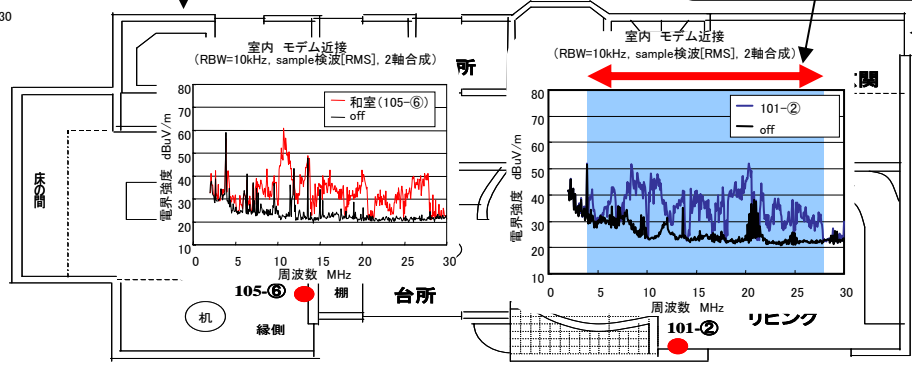
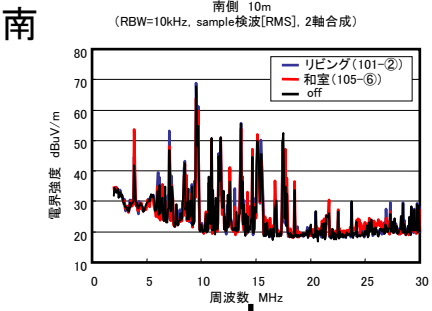
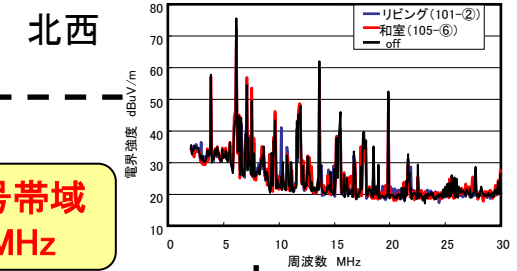
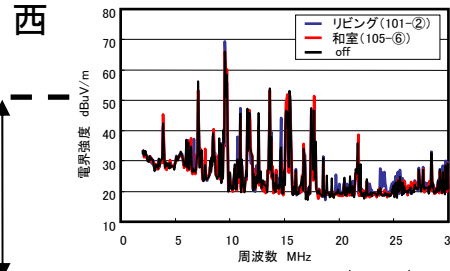
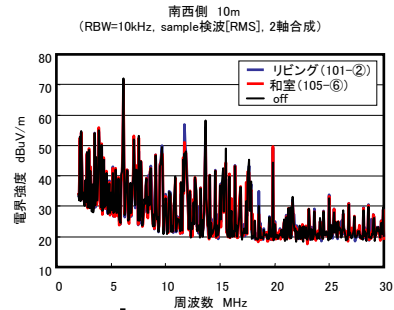
- 従来モデムから、広帯域化や受信感度の改善により、S/N改善を行った。
- 同一漏えい電界強度における通信性能改善例においては、約4倍の伝送速度を達成し、同一速度で比較した場合は、20dB以上の改善となる。



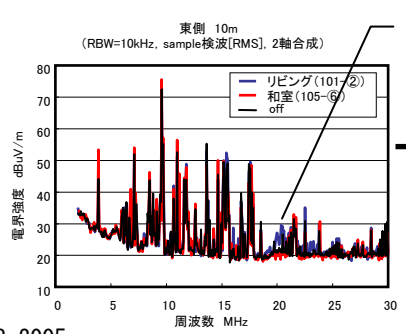
3.2 戸建住宅における実証実験結果

- ・ 建物周囲の最悪値（実効値）で約30dB μ V/m
- ・ 使用周波数（4MHz~28MHz）の一部帯域（低平衡度、線路長共振）で漏えいが大きくなるが、その他帯域では環境雑音以下（10~20dB μ V/m）

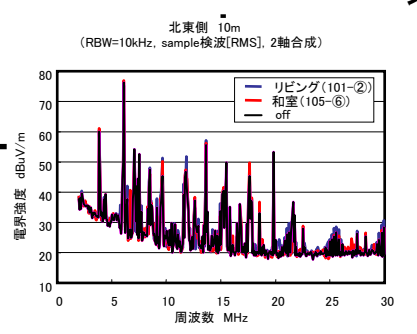
南西（電動ゲートがあり、雑音大）



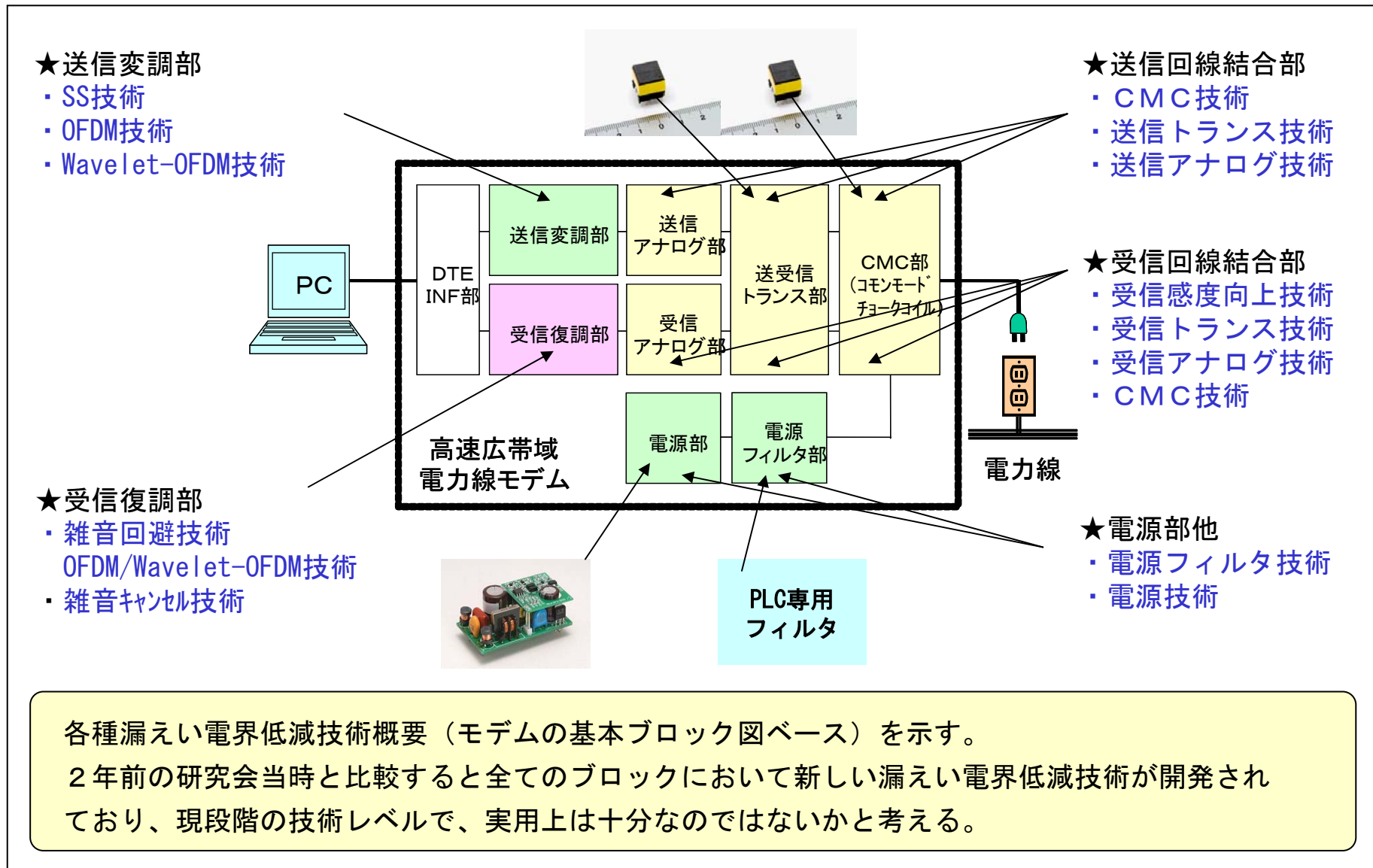
26.7dBuV/m



29.7dBuV/m



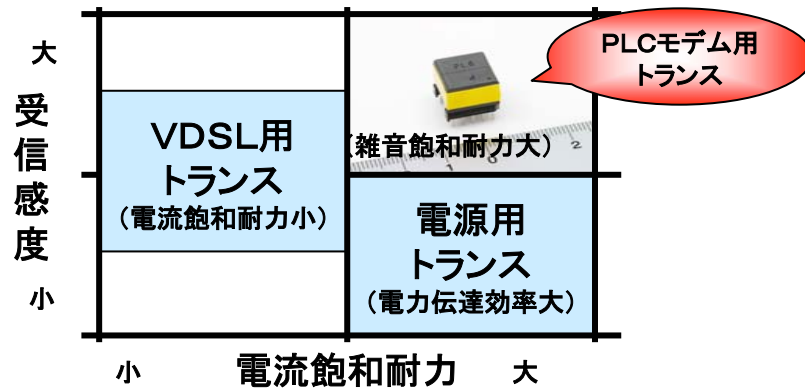
3.3 各種漏えい電界低減技術概要



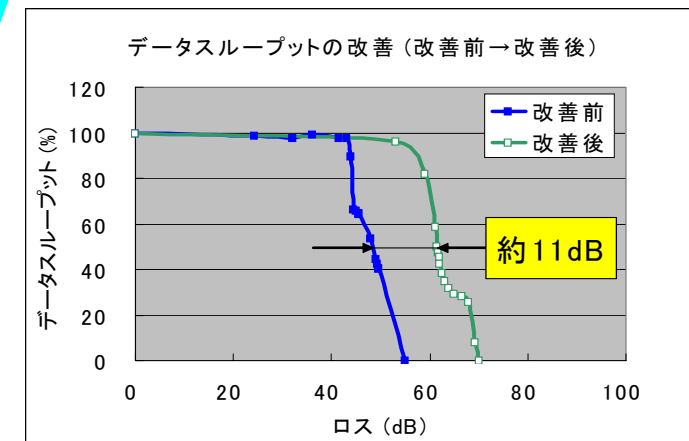
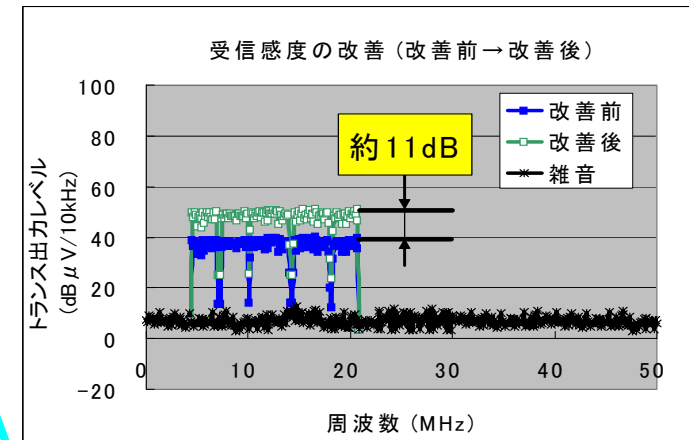
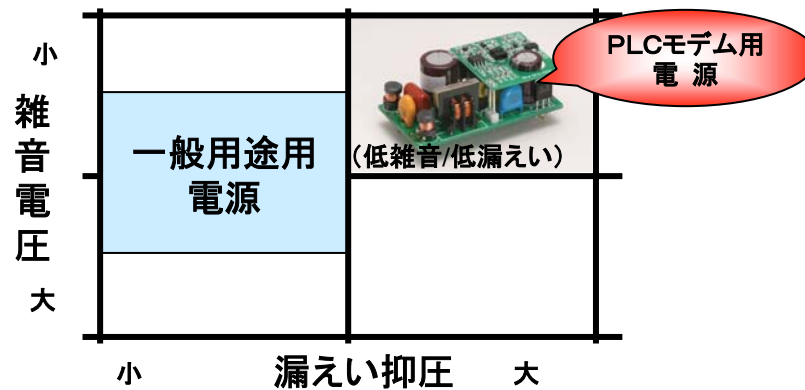
3.3 各種漏えい電界低減技術概要

通信方式の改善(受信感度向上)

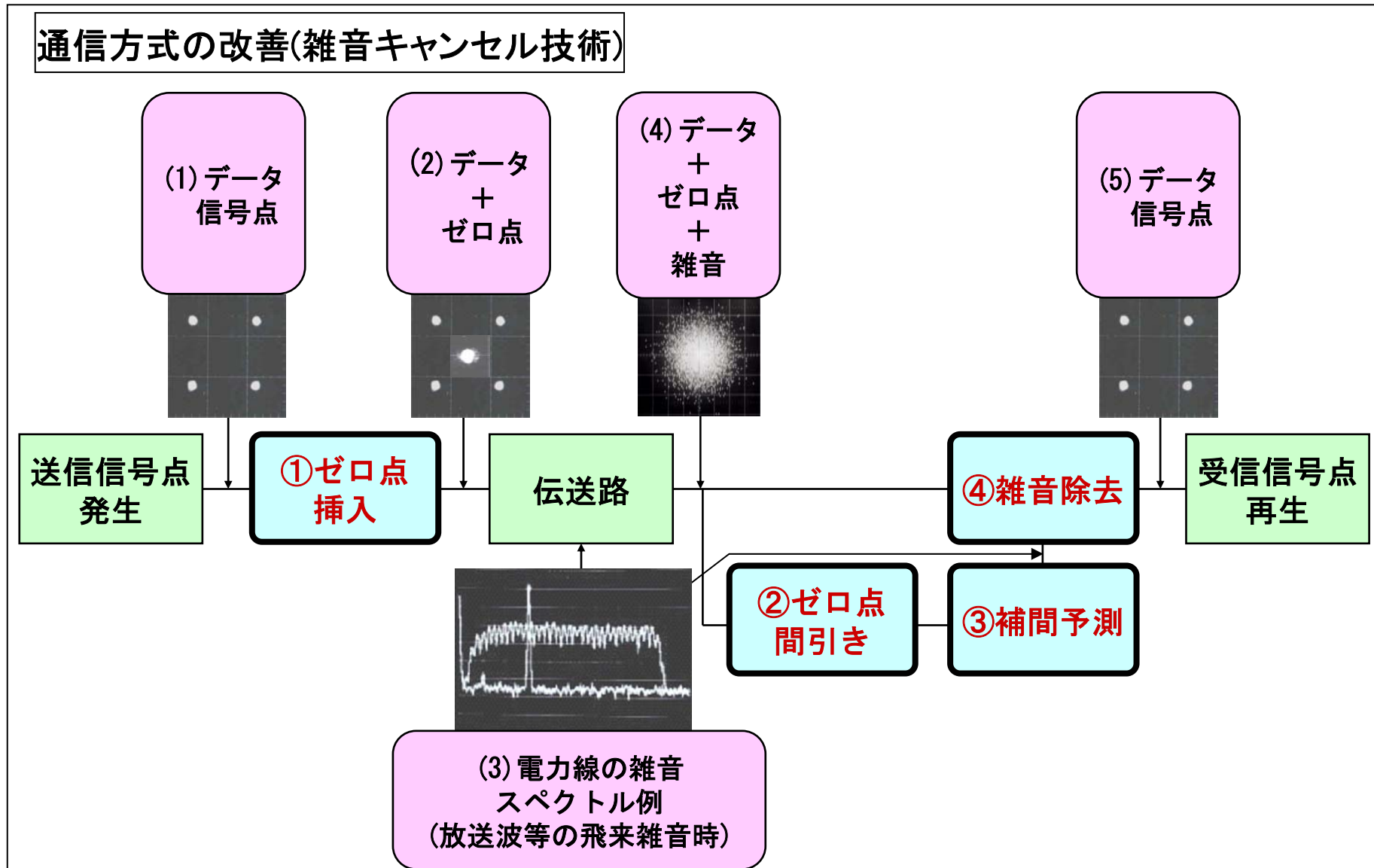
○受信感度を向上させるトランスの開発



○受信感度を向上させる電源の開発



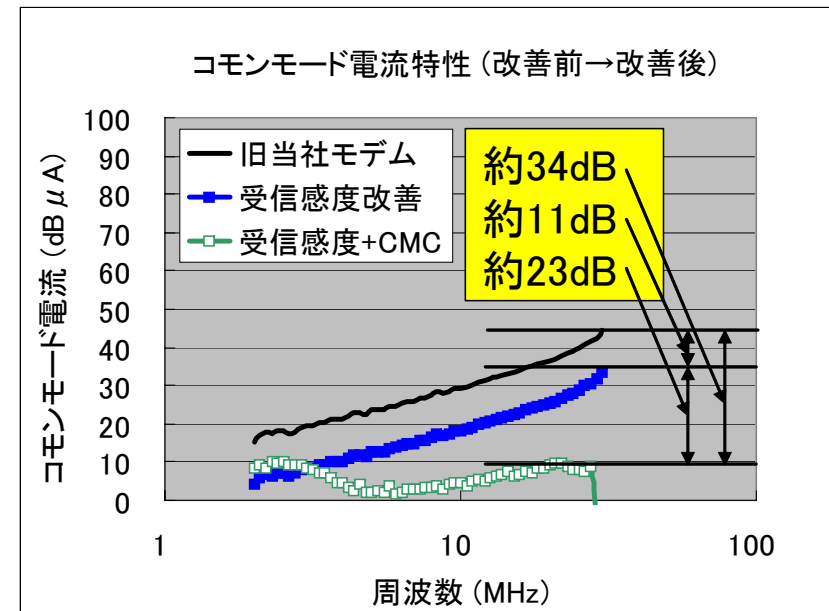
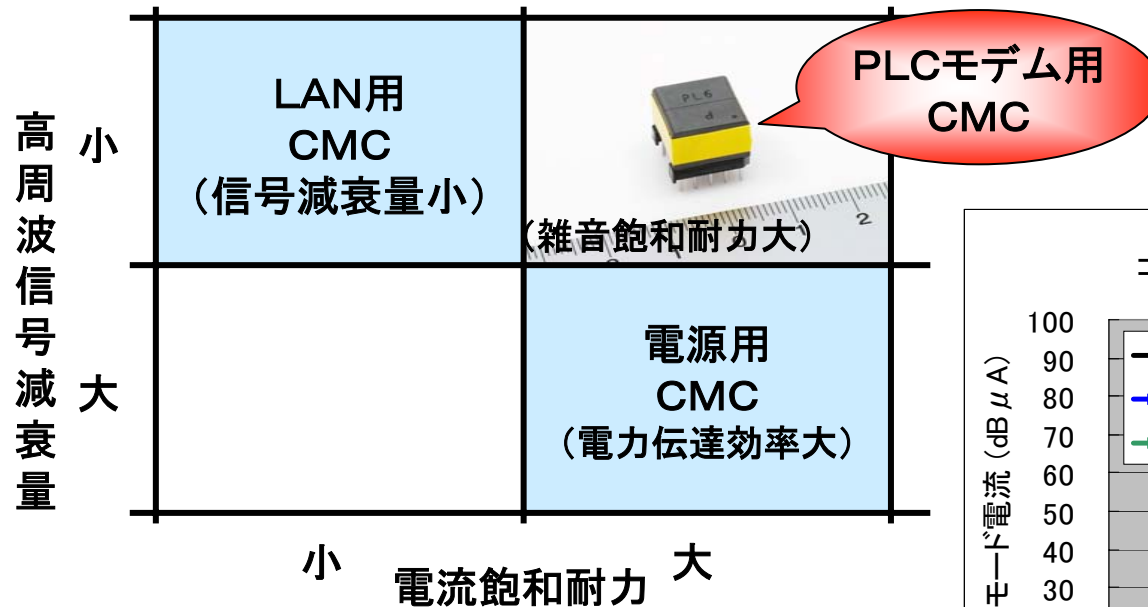
3.3 各種漏えい電界低減技術概要



3.3 各種漏えい電界低減技術概要

コモンモード電流の低減

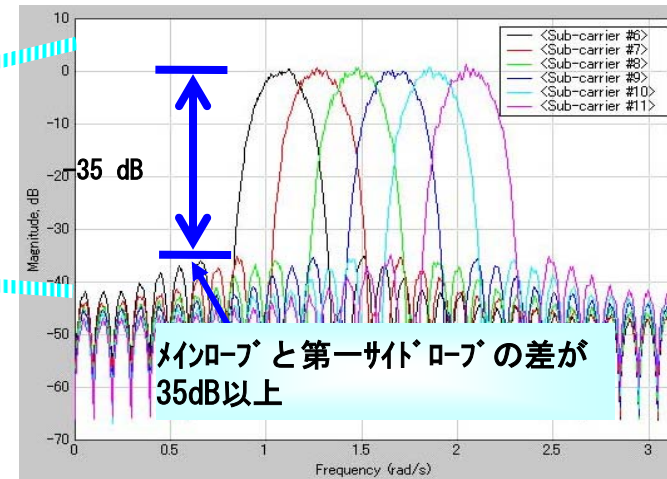
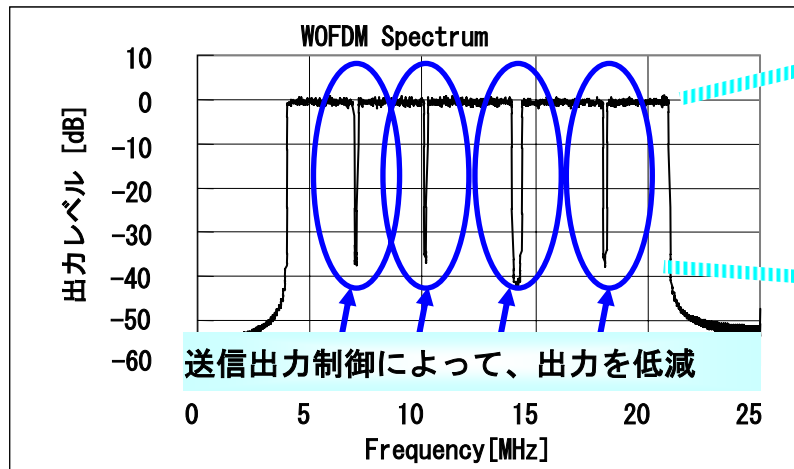
○不平衡信号を低減するコモンモードチョークコイル(CMC)の開発



3.3 各種漏えい電界低減技術概要

送信出力制御

Wavelet変換OFDMによる送信出力制御例

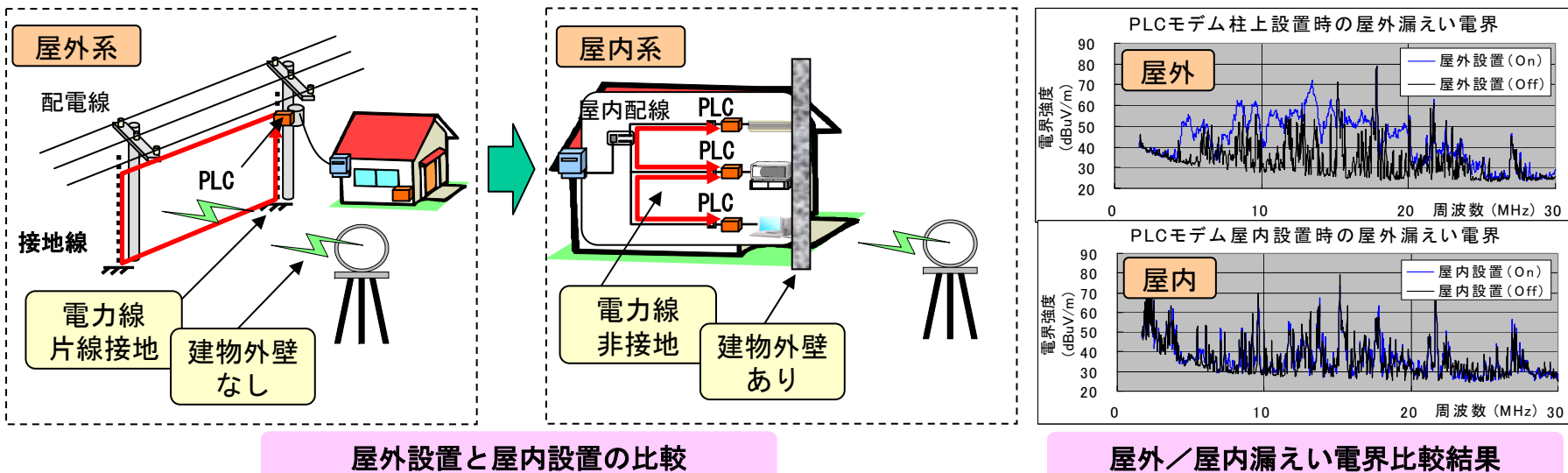


■送信出力制御技術

- ・ OFDM変調の場合には、上記例に示すように、Wavelet関数（時間軸および周波数軸で直交した関数）や特殊なwindow関数を用いることで、OFDM特有のサイドローブを効率よく低減可能であり、周波数利用効率を維持したままで、特定帯域に的を絞った効率的な漏えい電界低減が可能である。
- ・ SS変調（スペクトル拡散通信）の場合にはノッチフィルタ搭載により、同様の対応が可能である。

3.4 屋内利用限定による環境改善

屋内利用限定による漏えい低減の効果



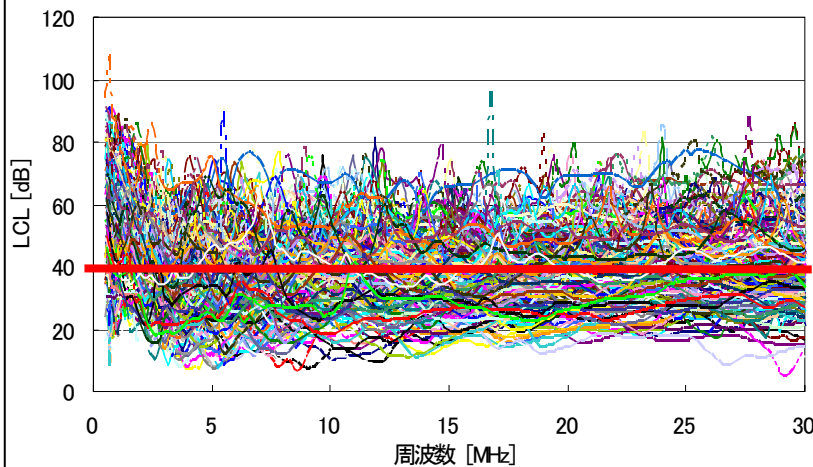
■適用エリアの変更（適用エリアを当面、屋外設置から屋内設置に限定する）

- ・ モデムを屋外に設置した場合には、電力線の片線が電柱で接地されており、対地間平衡度が悪く、漏えいしやすい環境にある。
- ・ 一方、モデムを屋内に設置した場合には、電力線が非接地系であるため、対地間平衡度が良く、漏えいが発生しにくい環境にある。また、建物外壁によるシールド効果も見込めるため、屋内設置は屋外設置に比較し、漏えいはさらに低減する。
- ・ 同一モデムを電柱設置の場合（2002年研究会時）と屋内設置の場合（現在）で、漏えい電界の差を比較すると、設置場所の変更によって、漏えい電界が10～20 dB低減していることがわかる。

3.4 屋内利用限定による環境改善

屋内利用限定による平衡度の向上

- ・屋内配線の平衡度: 255箇所 の屋内コンセント測定結果は平均39dB
- ・2002年研究会の実験においても、住宅側40dB、配電線側25dB (一戸建住宅) という結果が得られている。



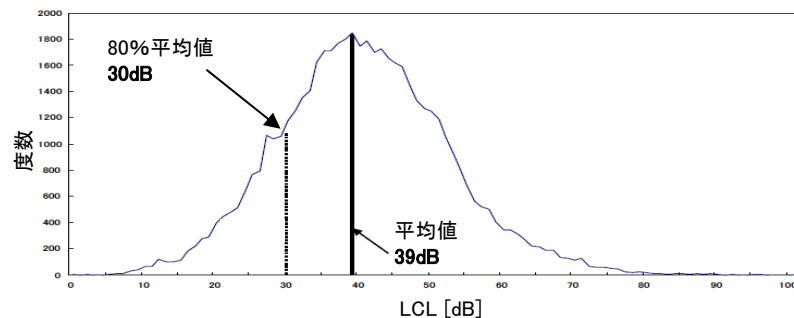
39dB

住宅側

40dB

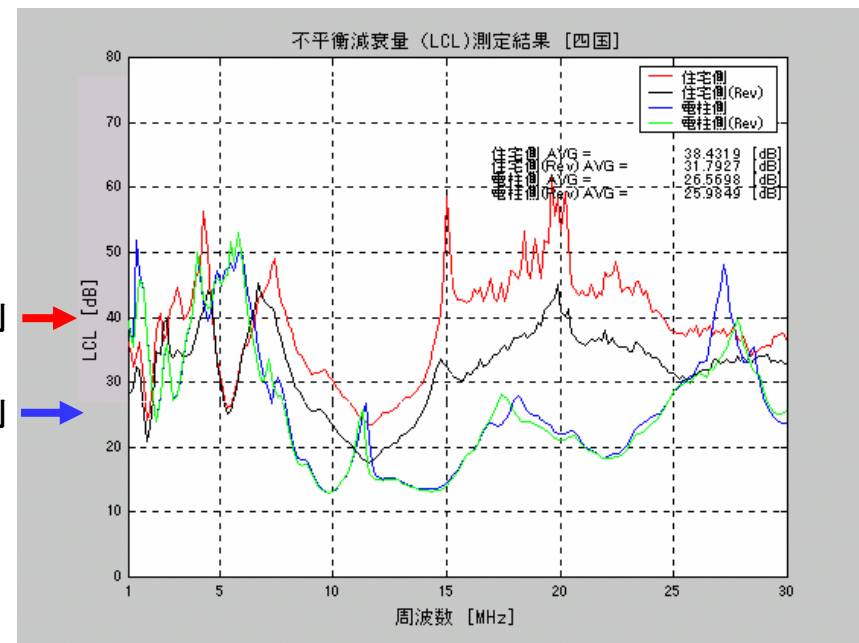
電柱側

25dB



屋内コンセントの平衡度測定結果(度数分布)

※JEITA PLC-PG および PLC-J 測定



2002年研究会 実験WG測定値

用語集

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex): 直交周波数分割多重

Wavelet: 時間軸および周波数軸で直交した関数

SS (Spread Spectrum): スペクトル拡散

CMC (Common Mode Choke): コモンモードチョーク

LCL (Longitudinal Conversion Loss) : 不平衡減衰量

VVF: ビニル絶縁ビニルシース平形ケーブル

実験データの公開状況

■ セミナー・学会など

7/4	EMCフォーラム	松下電器
7/7	マルチメディア推進フォーラム	東京電力
9/3	電気学会C部門大会	松下電器、松下電工、日立製作所、 関西電力、ラインコム
10/15	京都情報化フォーラム	関西電力
11/11	Microwave Workshops & Exhibition	松下電工
11/30	SSKセミナー	関西電力、三菱電機、東京電力
1/21	電気四学会関西支部	関西電力、松下電器
1/22	日経バイト2005年2月号	三菱電機

■ HP

本多エレクトロン	http://www.honda-elc.com/
PLC-J	http://www.plc-j.org/

※準備中 数社

実験結果例 1 (集合住宅)

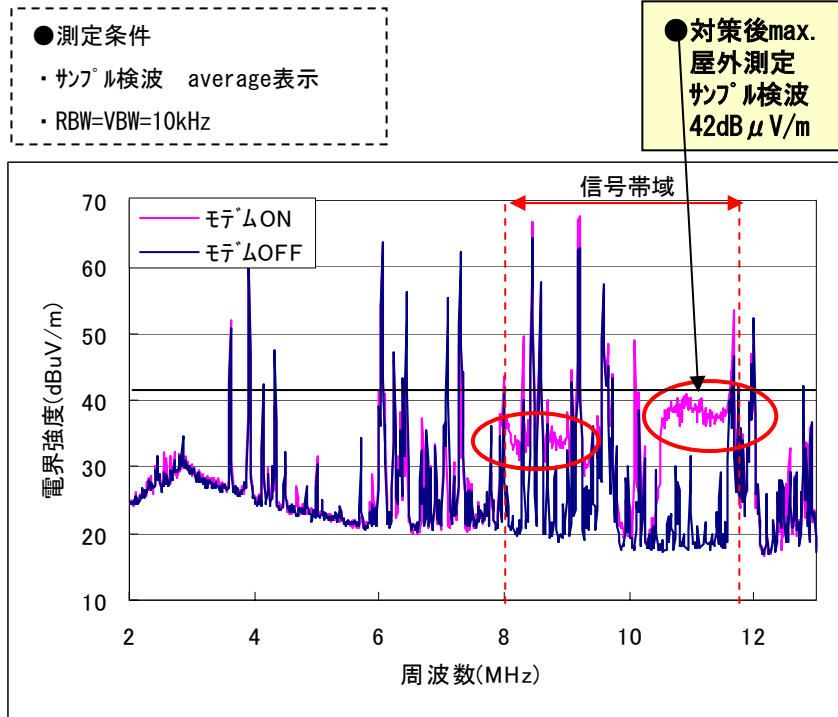


図1 電気室前3mの漏えい電界(屋外)

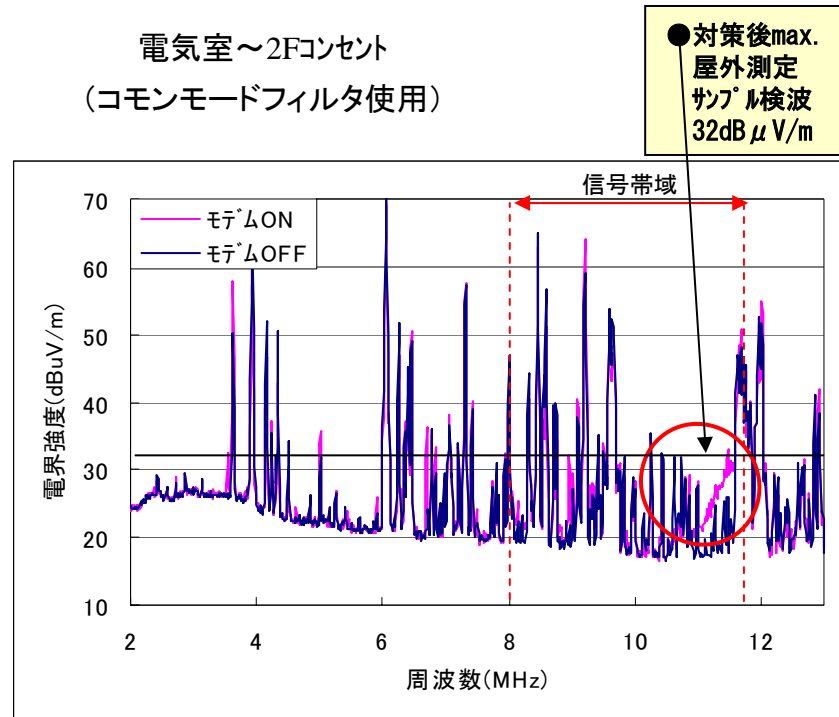


図2 電気室前10mの漏えい電界(屋外)

■モデム使用時における漏えい電界

- ・図1、2は、集合住宅において電気室から2Fのコンセント間で通信を実施し、モデム使用時と未使用時(電源OFF)の電気室前それぞれ3m、10mの地点における漏えい電界強度を測定したものである。
- ・漏えい電界の最大値は、屋外3m地点で42dB μ V/m、10m地点で32dB μ V/mである。

実験結果例 2 (工場敷地内の住宅)



●測定条件

- ・サンプル検波 average表示
- ・RBW=VBW=10kHz

●対策後max.
屋内測定
サンプル検波
45dB μ V/m

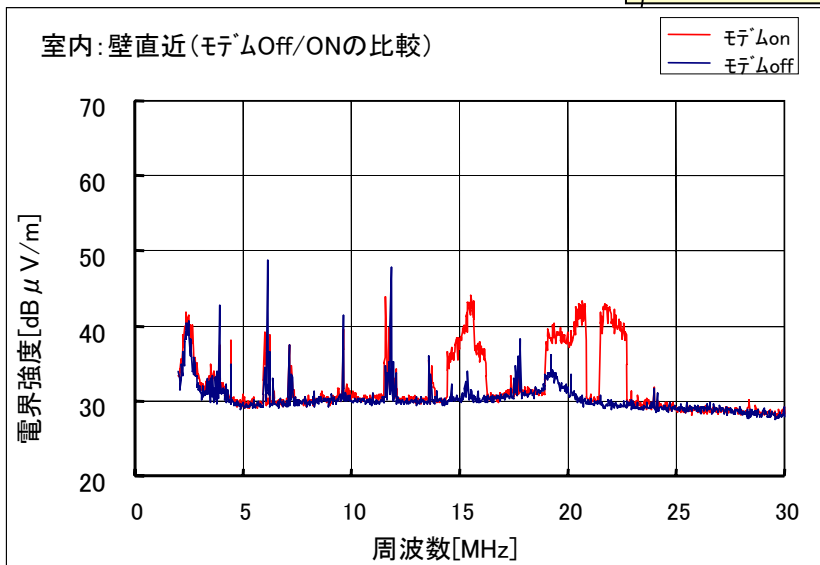


図1 室内(壁直近)の漏えい電界

室内コンセント間で通信

(電界強度は、平均値にて測定)

●対策後max.
屋外測定
サンプル検波
32dB μ V/m

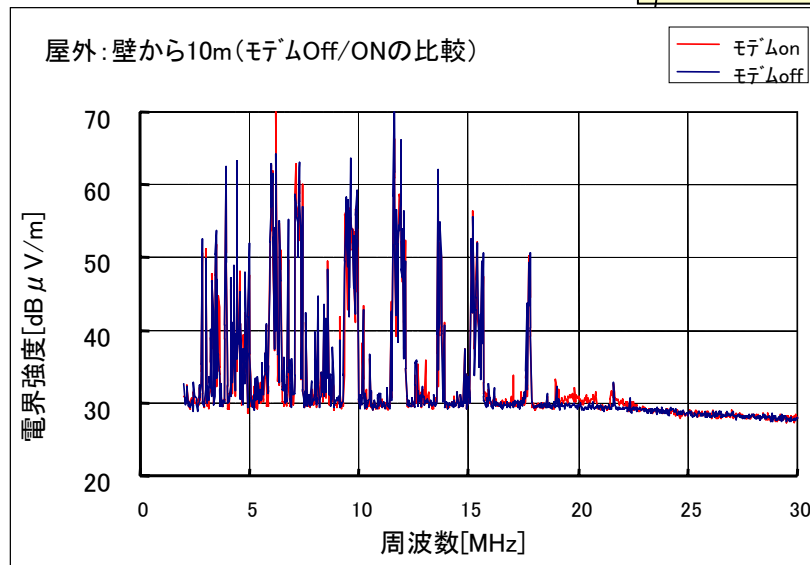
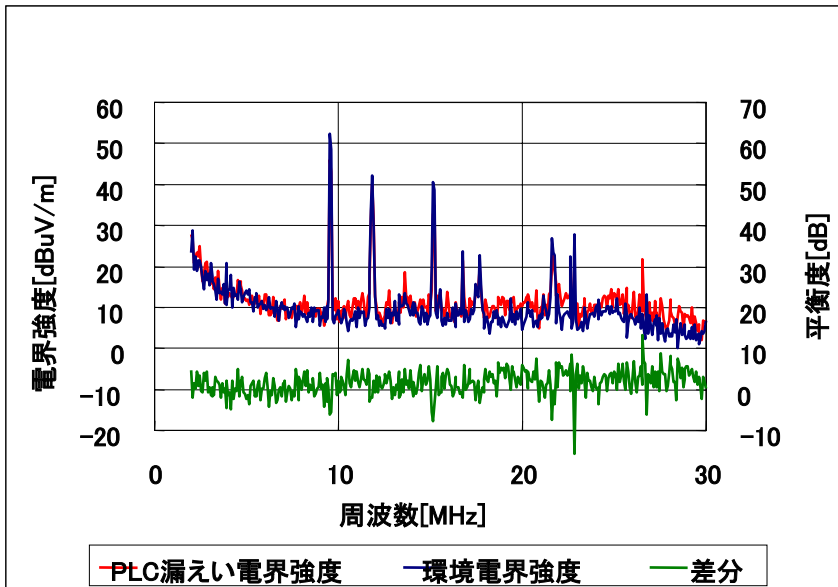


図2 屋外(壁から10m)での漏えい電界

■装置平衡度の改善による改善効果例

- ・ 図 1、2 は、工場敷地内の住宅において室内のコンセント間で通信を実施し、モデム使用時と未使用時(電源OFF)の室内(壁直近)および屋外(壁から10m点)での漏えい電界強度を測定したものである。
- ・ 漏えい電界の最大値は屋内3mでは約45dB μ V/m \Rightarrow 屋外10mでは約32dB μ V/mである。

実験結果例 3 (山間部の工場内オフィスビル)



● モデム仕様

- ・ 変調方式: Wavelet-OFDM
- ・ 送信帯域: 4MHz~28MHz

● 測定条件

- ・ モデム設置場所:
工場内オフィスビル
- ・ モデム接続点: 壁面コンセント (2F)
- ・ 測定点: 外壁より3m点
(地上高1m)
- ・ サンプル検波 average表示
- ・ RBW=VBW=10kHz

図 1 : 漏えい電界の改善例

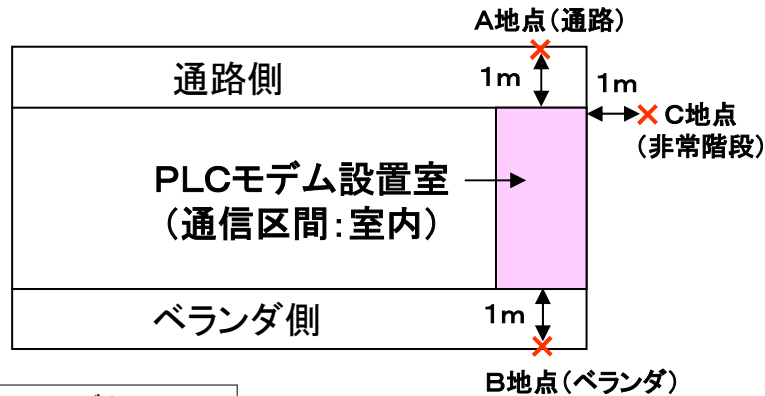
■ 各種漏えい電界抑圧技術搭載後の改善結果例

- ・ 上記は、山間部の工場内オフィスビルにおいて、外壁より3m点で漏えい電界を測定したものである。
- ・ 実験検証場所は山間部にあり、環境雑音は低めである。(環境雑音は約10dB μ V/m程度)
- ・ 漏えい電界は最大約13dB μ V/m以下に低減されている。

実験結果例 4 (集合住宅、近傍 1 mでの測定)

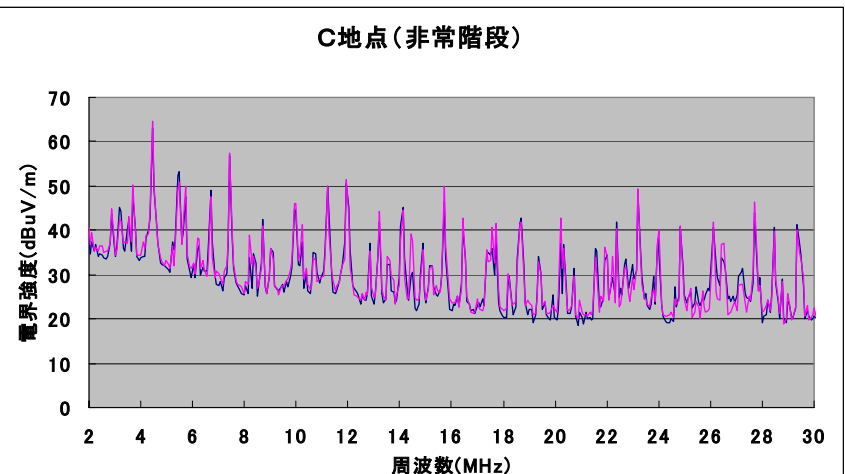
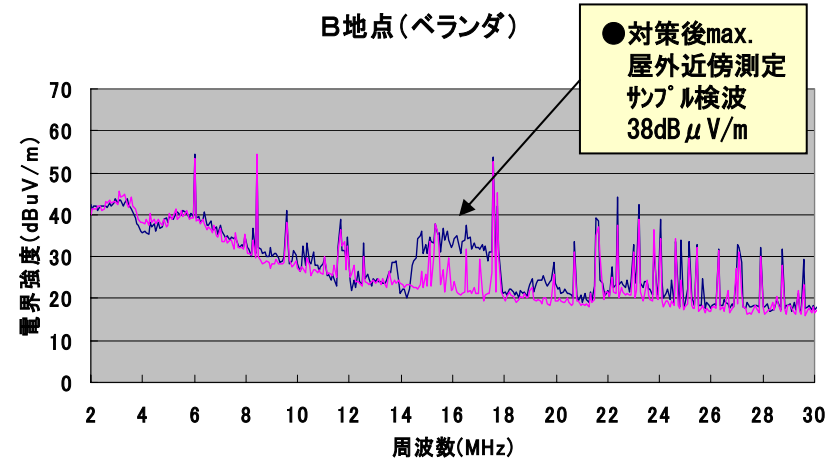
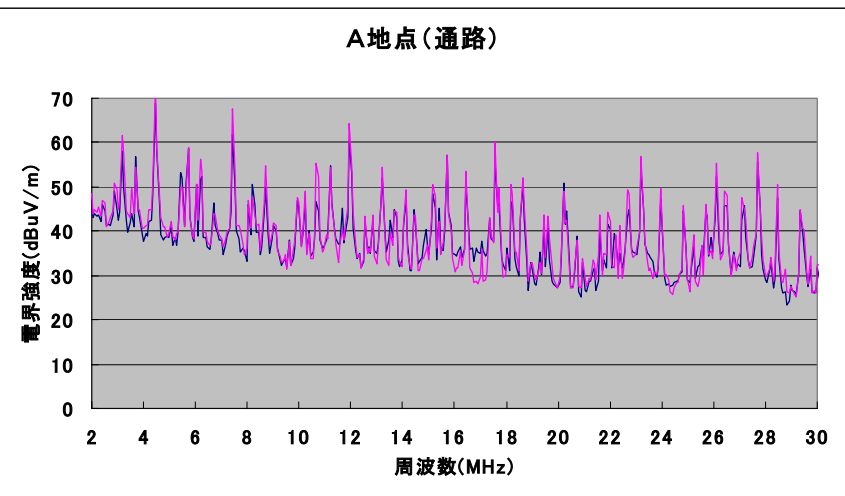


集合住宅: 7F測定地点



— モデムON
— モデムOFF
Sample検波
RBW=VBW=10kHz

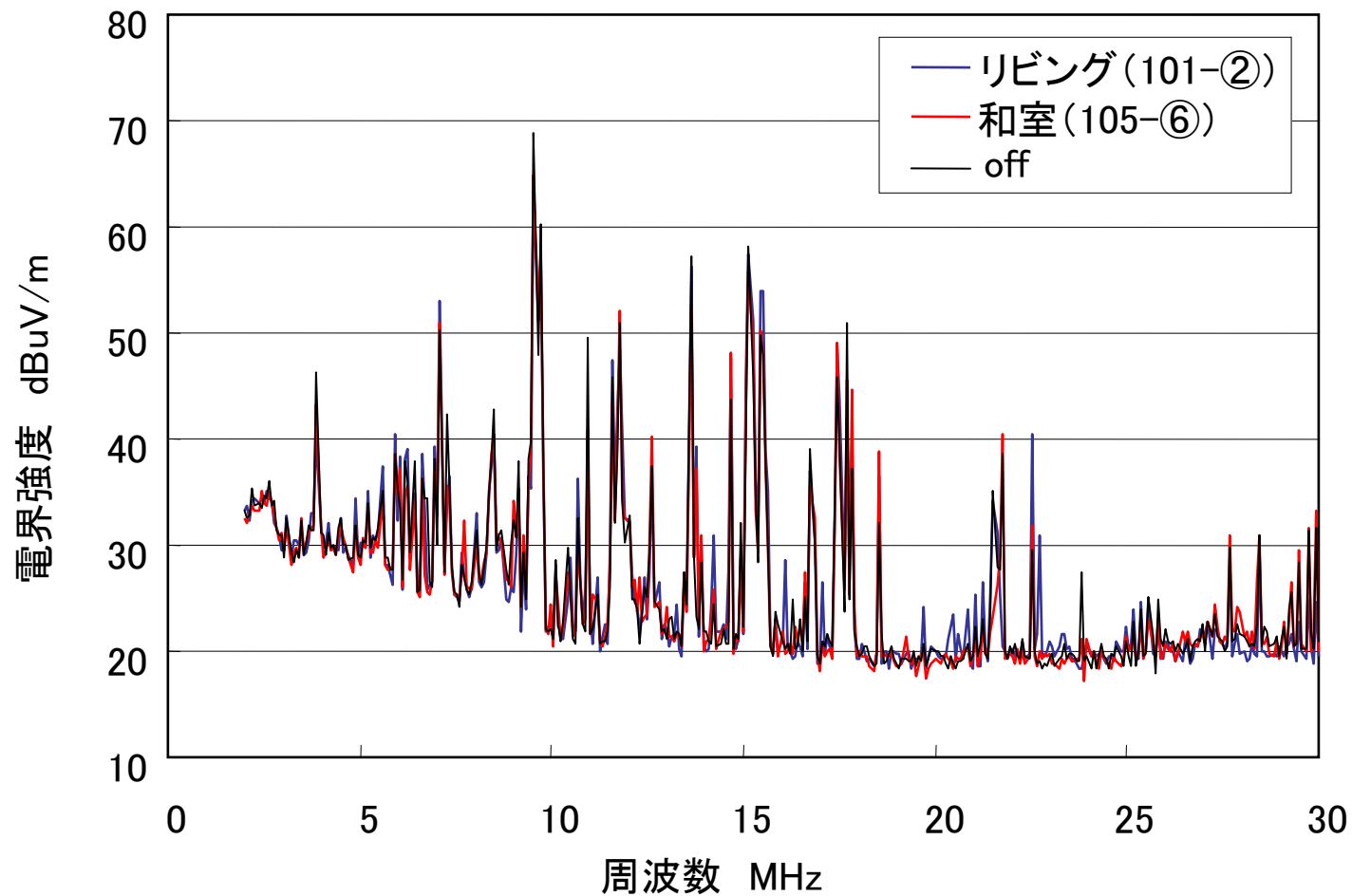
● A・C地点は、モデムON/OFFによる差は観測できない



戸建住宅実証実験結果 (詳細)



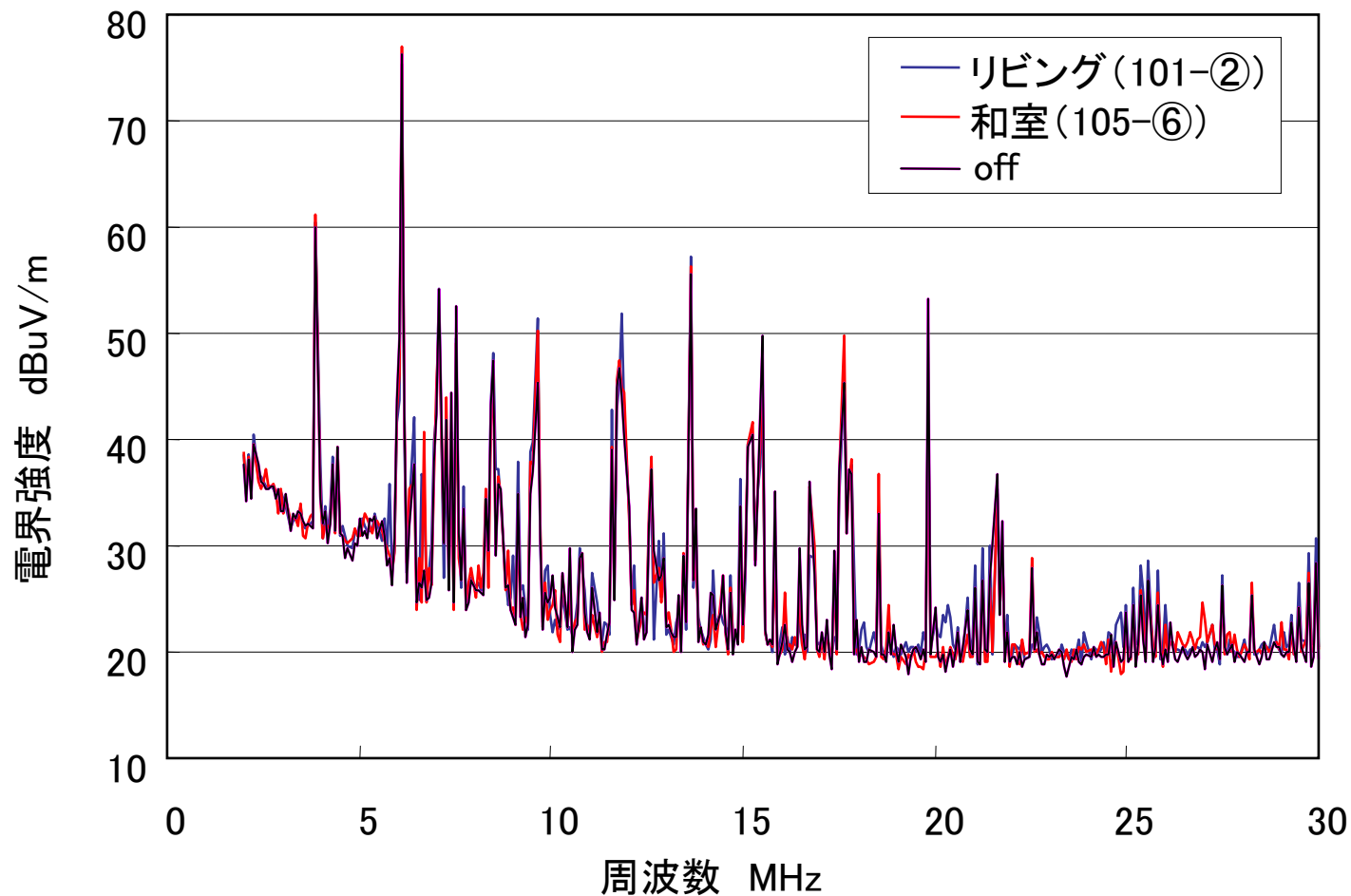
北側 10m
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)



戸建住宅実証実験結果 (詳細)



北東側 10m
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)

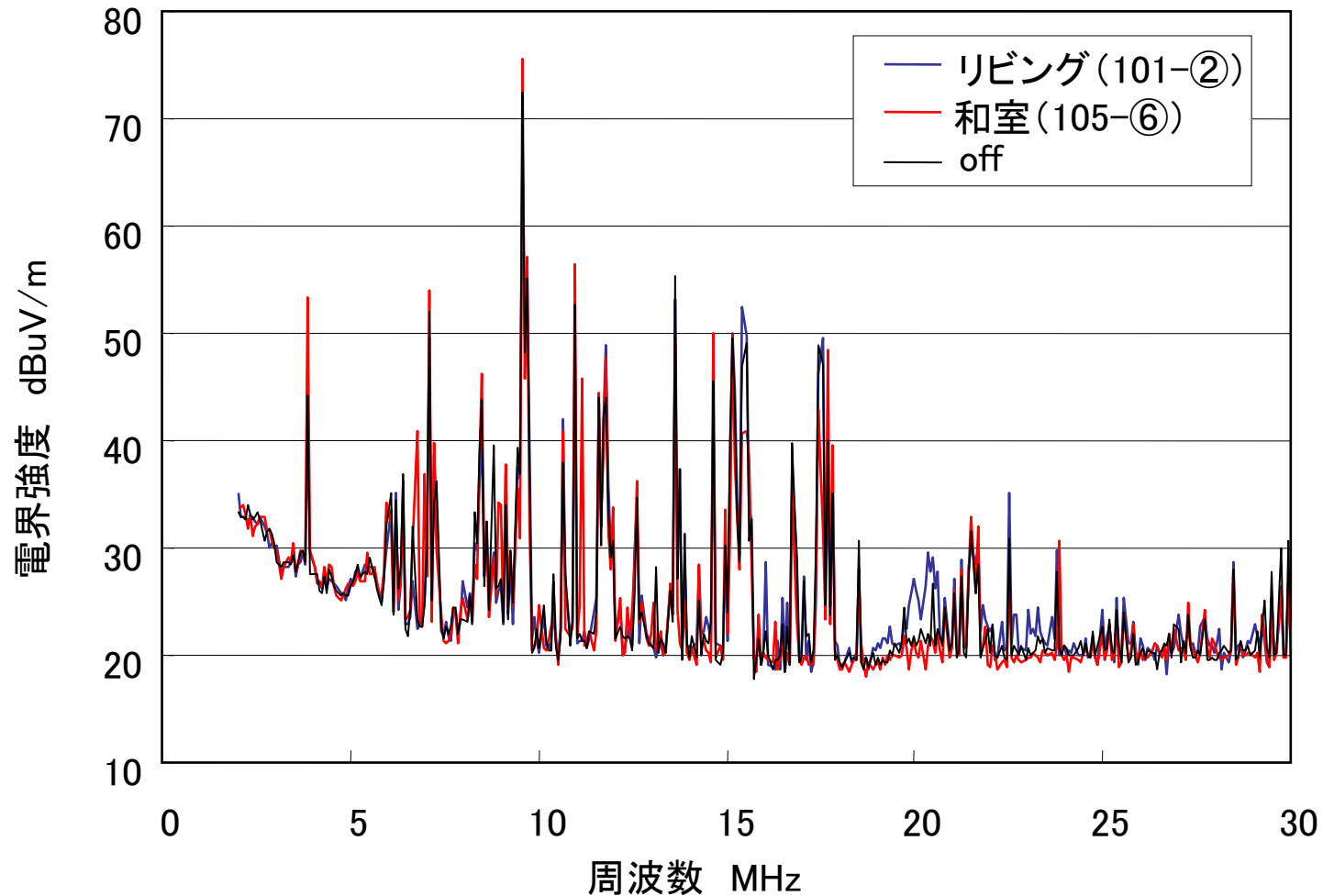


戸建住宅実証実験結果 (詳細)



東側 10m

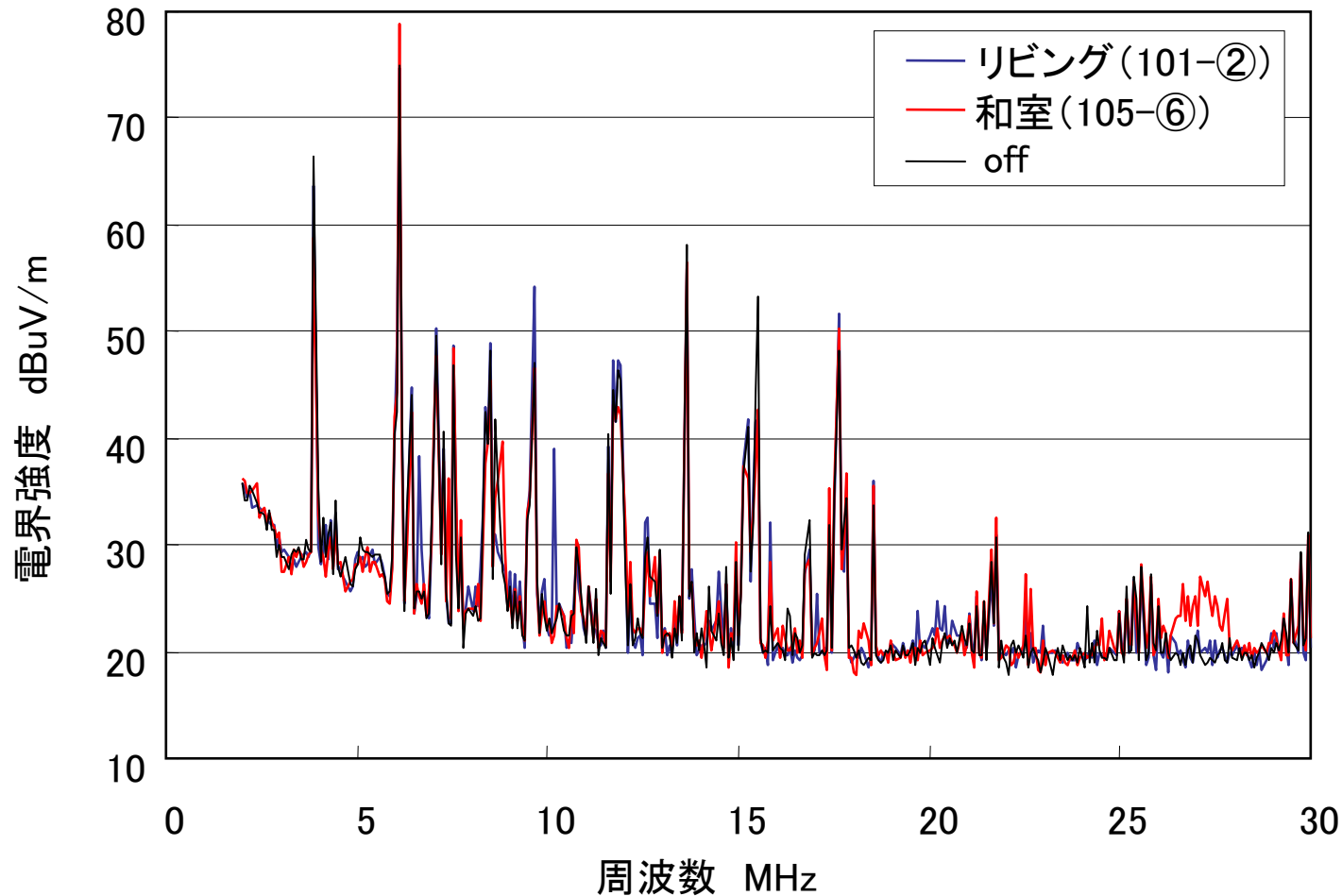
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)



戸建住宅実証実験結果（詳細）



南東側 10m
 (RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)

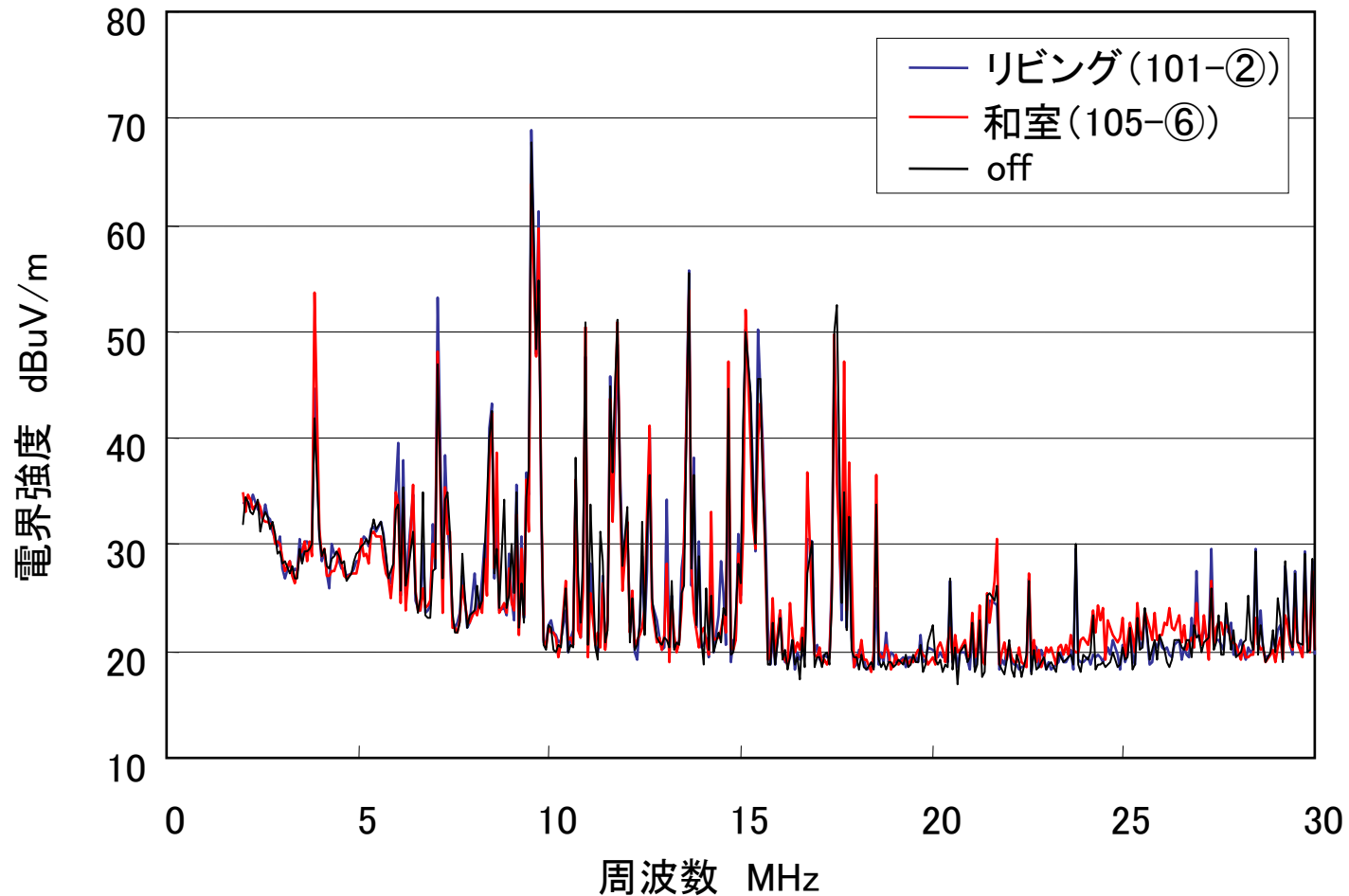


戸建住宅実証実験結果 (詳細)



南側 10m

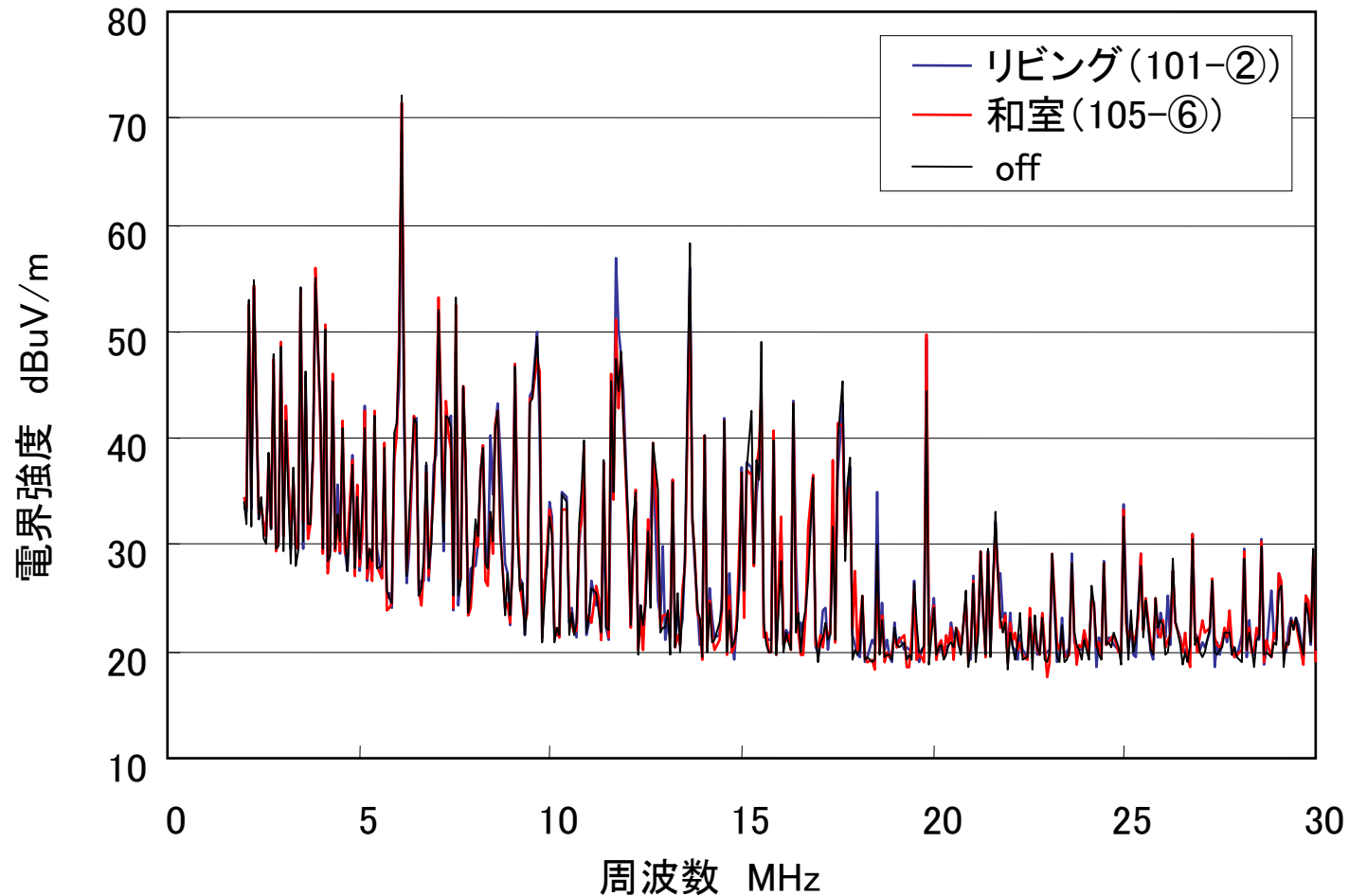
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)



戸建住宅実証実験結果 (詳細)



南西側 10m
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)

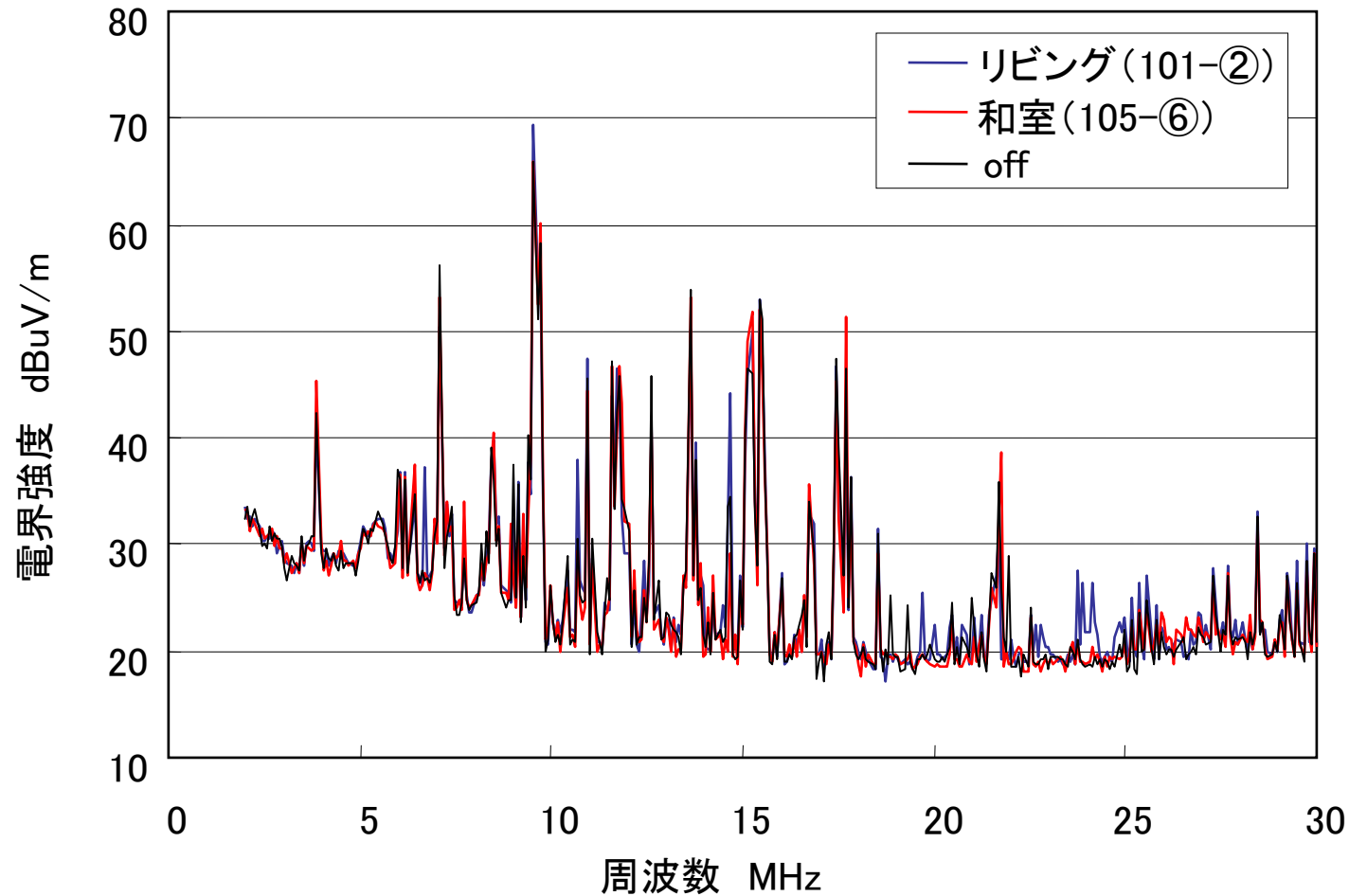


戸建住宅実証実験結果 (詳細)



西側 10m

(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)



戸建住宅実証実験結果 (詳細)



北西側 10m
(RBW=10kHz, sample検波[RMS], 2軸合成)

