

## LED 照明と医用テレメータの受信障害に関する振幅確率分布を用いた検討

◎有江 授<sup>1)2)</sup>, 石田 開<sup>1)</sup>, 呉 奕鋒<sup>1)</sup>, 後藤 薫<sup>1)</sup>, 廣瀬 稔<sup>2)</sup>

1) 情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁環境研究室

2) 北里大学大学院 医療系研究科 医療安全工学

### 1. はじめに

近年、LED 照明が急速に普及している。LED 照明は低消費電力を実現するためにスイッチング電源を搭載しているが、同時に高周波雑音を放射するため、テレビやラジオの受信障害をはじめとした電磁干渉を発生する可能性がある。医療機関においても、LED 照明の導入による医用テレメータの受信障害が懸念されており、急速に解決すべき課題であると言える。

我々は先行研究において、一部の LED 照明が医用テレメータの使用周波数帯 (420~450 MHz) の放射妨害波を高強度で発生していることを明らかにした。さらに、模擬環境において、LED 照明を医用テレメータの受信アンテナ付近で点灯した際に受信障害を確認した<sup>1)</sup>。

LED 照明は、雑音規制の国際規格である CISPR 15<sup>2)</sup>に準拠することとされているが、現状の規格では放射妨害波の上限周波数は 300 MHz までであり、医用テレメータの周波数帯は考慮されていない。加えて、測定対象との距離は 3 m もしくは 10 m とされており、医用テレメータの受信系 (アンテナ) の敷設環境である近傍界 (概ね 1 m 以下) では考慮されておらず、評価方法も確立されていない。

LED 照明はスイッチング電源由来のインパルス的な放射妨害波を発生することが報告されている<sup>3)</sup>。またそれによる、地上デジタル放送 (周波数帯域幅 5.7

MHz) のような、広帯域受信に対する影響評価方法は確立されている<sup>4)</sup>。一方で、医用テレメータは 12.5 kHz の狭帯域受信をおこなうため、受信障害に対する評価は、医用テレメータと同等の狭帯域幅での定量的な評価が必要である。加えて、LED 照明に搭載されたスイッチング電源が生じる放射妨害波の時間変動特性は製品毎に異なる。従って、通信品質へ与える影響を推定する際には、これらを統計的に評価する必要がある。

本研究では、LED 照明が発生する放射妨害波の特性を把握し、無線通信システムの通信品質劣化との間に高い相関を持つ振幅確率分布 (APD : Amplitude Probability Distribution)<sup>5)</sup>にて評価をおこない、医用テレメータに対する受信障害の評価方法を検討することを目的とした。

### 2. 方法

測定対象は電球形の LED 照明 9 種とした。電波暗室にて、LED 照明が発生する放射妨害波を医用テレメータの受信機で使用されているホイップアンテナで捕らえ、スペクトラムアナライザのゼロスパンモード (時間波形測定) を用いて記録した。測定距離は実際の敷設環境を想定して 5 cm とし、測定周波数は 445.0 MHz とした。

まず、帯域制限の効果を確認するために、スペクトラムアナライザの掃引速度

(SWT) を  $200 \mu\text{s}$  とし、分解帯域幅 (RBW) を  $100 \text{ kHz} \sim 20 \text{ MHz}$  とした。さらに、医用テレメータの帯域幅における電磁雑音の特性を確認するために、分解帯域幅を A 型の医用テレメータの帯域幅と同等の  $10 \text{ kHz}$  とし、掃引時間は  $100 \text{ ms}$  とした。測定結果をもとに雑音の振幅分布を算出し、各 LED 照明において APD にて評価をおこなった。

### 3. 結果

測定をおこなった多くの LED 照明は電源に同期する形で、広い周波数にわたって、約  $10 \text{ ms} \sim 30 \text{ ms}$  周期のインパルス的な放射妨害波を発生していた。しかし、このインパルス的な放射妨害波は受信機の RBW が広い場合にのみ確認できるものであった (図 1)。一方、RBW を狭くした場合、全ての LED 照明でスイッチング電源由来のインパルスの確認は困難となった (図 2)。

また、この場合の放射妨害波の APD (実測 APD) は実際の LED 照明が発生する放射妨害波と同じ平均電力を持つガウス性雑音の APD (理論 APD) とほぼ一致した (図 3)。一方、一部の LED 照明で実測 APD とガウス性雑音の理論 APD が一致しないものも確認した。それらの放射妨害波は、 $50 \text{ Hz}$  の商用電源由来の周期性を持つ雑音であった。

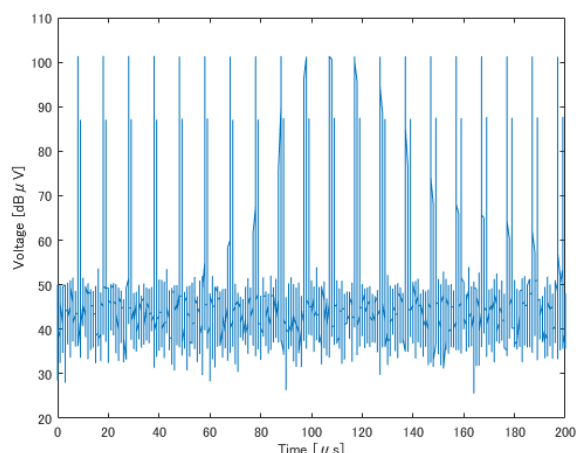


図 1 LED 照明の放射妨害波の時間特性 (RBW :  $20 \text{ MHz}$ )

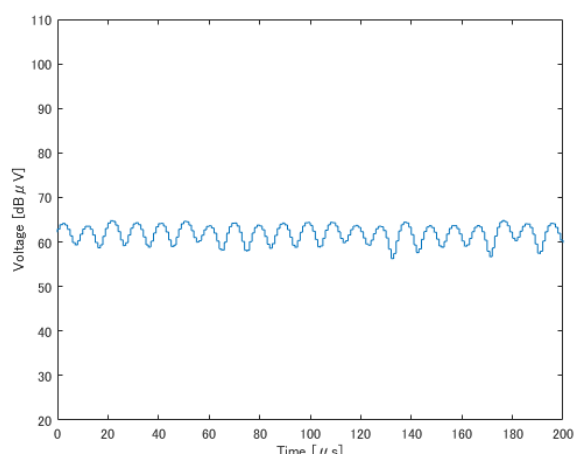


図 2 LED 照明の放射妨害波の時間特性 (RBW :  $100 \text{ kHz}$ )

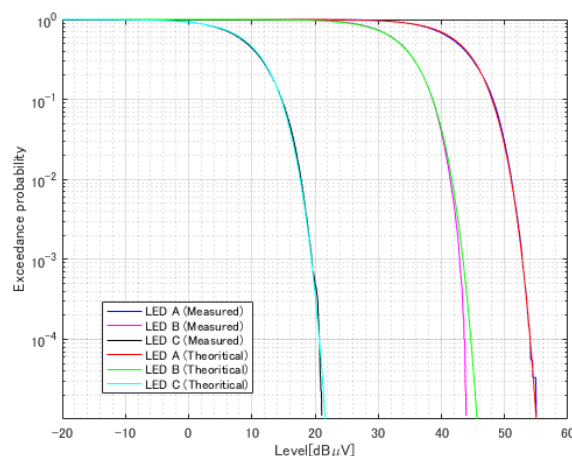


図 3 測定値と理論値の APD

#### 4. 考察

一般に、LED 照明はインパルス的な放射妨害波を発生する。しかし、A 型の医用テレメータのように狭帯域受信をおこなう場合、帯域制限の効果によって、それらの確認は困難となった。また、多くの LED 照明において、放射妨害波から算出した実測 APD とガウス性雑音の理論 APD がほぼ一致したことから、医用テレメータの受信に対する LED 照明の放射妨害波は、ガウス性雑音と見なすことができる。従って、LED 照明が医用テレメータへ与える受信障害は、BER (Bit Error Rate) や S/N (Signal To Noise rate) などの平均電力による簡易的な評価が可能であると考えられた。また、時間的に周期性を持つ電磁ノイズであっても、振幅の比較的高い時間領域における雑音特性をガウス性とみなすことにより、その平均電力を用いた最悪値での評価が可能であると考えられた。

#### 4. 結語

LED 照明が発生する放射妨害波が医用テレメータへ与える受信障害は、BER や S/N などの平均電力を用いた評価が可能であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] Ishida K, Arie S, Gotoh K, Hanada E, Hirose M and Matsumoto Y, "Electromagnetic compatibility of wireless medical telemetry systems and high-emitting diode (LED) lamps" *Przegląd Elektrotechniczny*, 2018. (in press)
- [2] CISPR 15 ed. 8.0, Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment, International Special Committee on Radio Interference, May (2013).
- [3] Matsumoto Y, Wu I, Gotoh K and Ishigami S, " Measurement and Modeling of Electromagnetic Noise from LED Light Bulbs" *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine*, Vol.2, No.4, pp.58-66, 2013.
- [4] Wu I, Ohta H, Gotoh K, Ishigami S and Matsumoto Y, " Characteristics of Radiation Noise from an LED Lamp and Its Effect on the BER Performance of an OFDM System for DTTB" *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Vol.56, No.1, 2014.
- [5] Gotoh K, Matsumoto Y, Yamanaka Y and Shinozuka T, " APD Measurement for Evaluating Disturbances Related to the Performance of Digital Communication Systems" *IEEE Transactions on Communications*, E88-B (8) : pp.3235-3241, 2005.