

# 電子レンジ干渉信号に対する適応キャリアセンス方式による効果の実証 —連続的で高 Duty の干渉信号—

Verification of the Adaptive Carrier Sense Procedures against the Microwave Oven  
- Continuous High Duty Interferences -

池辺昂

指導教員 渡辺 正浩

東京工科大学コンピュータサイエンス学部 無線システム研究室

Key Word: Interferences, Microwave Oven, Adaptive Carrier Sense, 2.4GHz, IEEE802.15.4(/ZigBee)

## 1. はじめに

日常の生活環境において電子レンジ付近での2.4GHz帯を用いた無線機で通信速度の低下が感じられる。通信速度の低下は電波干渉が原因である。本研究ではこの電波干渉の影響を抑えるために、無線機に適応キャリアセンス方式を用いて効果を実証しようとするものである。無線機には IEEE802.15.4/ZigBee モジュールを使用し、中心周波数は 2.405GHz から 2.480GHz の間で設定する。電子レンジが、2.4GHz 帯を用いた無線機にどのように影響するか、また、この時のパケット到達率について評価を行う。

## 2. 実験内容

図 1 に実験環境を示す。電子レンジを中心として同一円周上に、ZigBee 無線機とスペクトラムアナライザを配置した。実験では、ZigBee モジュールを用いて、通信方式は 2-way、アンテナから電子レンジまでの距離を変えることによって干渉がどのように変化するか調べるために 0m と 3m を離し実験を行う。キャリアセンスを適応、固定に設定する。

送信電力は最大値(-30dB)、最小値(-70dB)に設定した。電子レンジは Panasonic 製オープンレンジ NE-MS263 を使用し、300W で実験を行う。Panasonic 製オープンレンジ NE-MS263 の 300W では休むことなく電波が出続けている。IEEE802.15.4/ZigBee モジュールでデータを送出する際に電子レンジはコップに入った水を温めて干渉波を発生させ、そのときのパケット到達数を計測した。その際、データを送出する際に使う無線機の送信電力と周波数帯とキャリアセンスを変更し計測を行った。

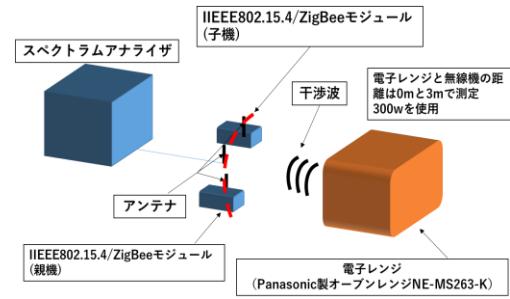


図 1. 実験環境

## 3. 実験結果

図 2 に電子レンジの時間軸データを示す。

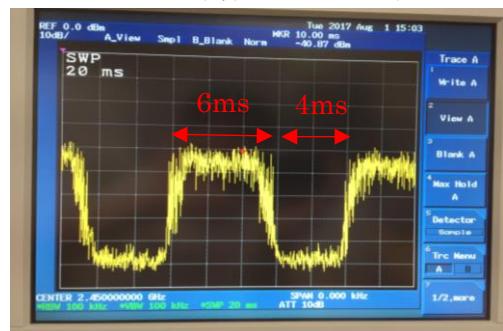


図 2. 時間軸の電子レンジ放射パターン

図 2 より電子レンジ与干渉時間は 6ms、干渉なし時間は 4ms ある。また、図 3～6 では適応キャリアセンスと固定キャリアセンスの到達パケット率と電子レンジの発生頻度を比べたグラフを示す。

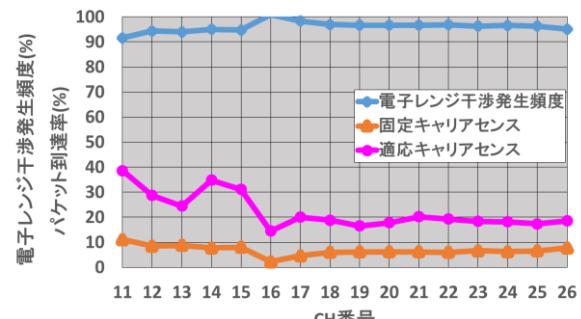


図 3. 送信電力-70dB の到達パケット率と  
電子レンジの干渉発生頻度(0m)

図3より、適応キャリアセンスは固定キャリアセンスより向上しており、CH11と14が27%向上している。

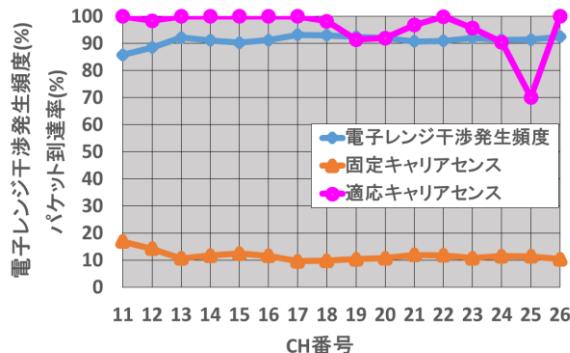


図4. 送信電力-30dBの到達パケット率と電子レンジの干渉発生頻度(0m)

図4より、適応キャリアセンスは固定キャリアセンスよりも向上しており、6つのCHが100%に達した。

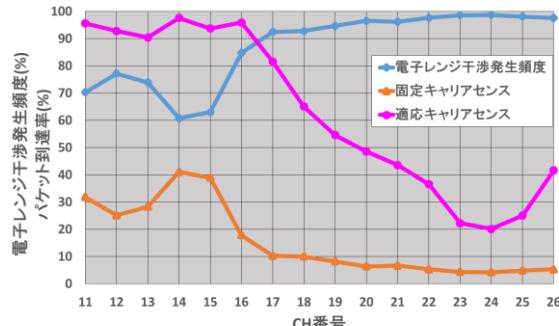


図5. 送信電力-70dBの到達パケット率と電子レンジの干渉発生頻度(3m)

図5より、固定キャリアセンスはCH14が41%に達した。また、適応キャリアセンスは97%に達し、56%向上した。

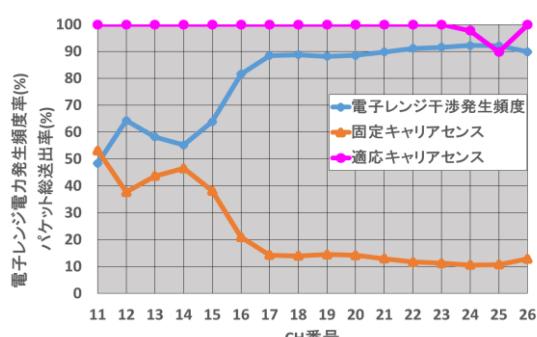


図6. 送信電力-30dBの到着パケット率と電子レンジの発生頻度(3m)

図6より、固定キャリアセンスから適応キャリアセンスにする事でほぼ全てのCHが100%に達した。

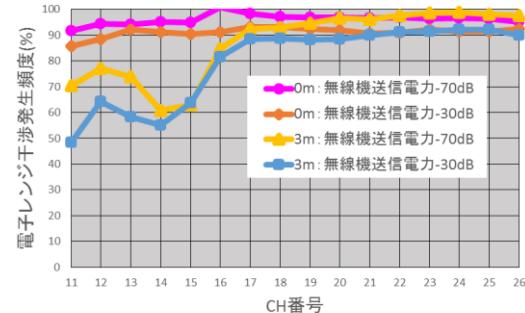


図7. 電子レンジ干渉発生頻度

図7より、0mの発生頻度と比べると、3mCH11~16が全体で約30%低下している。

図3~6より、CH14~15で到達パケット率が向上している事が確認できる。また、固定キャリアセンスの0mと3mを比べると、3mの到達パケット率が向上しており、CH11~15の電子レンジの発生頻度は、距離を3mに離すことで、発生頻度を低減させる事ができる。

#### 4.まとめ

CH14付近の干渉波の影響が弱く、CH17~26は干渉波の影響が強かった。固定キャリアセンスから適応キャリアセンスに変更することにより、到達パケット率が向上した。適応キャリアセンス距離3m、送信電力-30dBにする事でほぼ全てのCHが100%に達する事ができた。

D/U比が高ければ、キャリアセンスを適応的に設定することによりパケット到達率を100%とすることが出来ることを実証した。

D: Desired (IEEE802.15.4/ZigBee無線機),  
U: Undesired (電子レンジ干渉信号)

#### 5.今後の課題

スマートハウスなど、実際の家庭環境に合わせた環境にて実験評価を行う。

#### 6.参考文献

- [1] 岡山県工業技術センター・技術情報・No.457  
“技術解説 電磁シールドについて”、  
<http://www.pref.okayama.jp/sangyo/kougi/All/publishment/partsPublishment/pdf/note/457.pdf>  
2017.10.22(Sun.)
- [2] “電力設備で生じる放電現象の広帯域電波特性”，電力中央研究所，H07010, Jun 2008
- [3] 菊池康勲、渡辺正浩、“無線干渉信号との時分割通信方式による効果の実証的考察”，信学会ソ大会 RCC 研 A17-3, 2016.9
- [4] ZigBee開発ハンドブック 郷立[著]
- [5] 駒野雄也、渡辺正浩，“電子レンジ干渉信号との無線通信方式の実証的効果”，信学会ソ大会 ASN 研 B18-4, 2016.9