

# 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 －定期的で高 Duty な干渉信号－

Verification of the adaptive Carrier Sense procedures against the microwave oven

## - Periodical High Duty Interferences -

ザラカスパング 潤

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 帯を用いた時、電波干渉によって無線機での通信速度の低下が感じられる。本研究では電波干渉の影響を低くするために無線機と電子レンジとの距離を変え実験を行っていく。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。

また、基本的に家庭でよく使用されている電子レンジは周波数帯 2.45GHz を使用している。この時の電子レンジが、2.4GHz 帯を用いた無線機にどのように影響するか、この時のパケット到達率についての実証を行う。

## 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無線機（親、子）とスペクトラムアナライザを電子レンジの正面に配置。実験では、ZigBee モジュールを用いて、通信方式は 2-way、適応キャリアセンス、固定キャリアセンスと設定する。キャリアセンス-77dBm とは最小受信感度が -92dBm であり、DSSS=32bit の変調信号附加により、約 15dBm の抑圧効果を有する。

また、アンテナと電子レンジの距離の違いによってパケット到達率が変化するかを確かめる為に今回の実験では電子レンジとの距離を 0m と 3m で実験を行った。

今回使用する電子レンジは Panasonic 製オーブンレンジ NE-MS263-K を使用し 150w で実験を進めていく。ZigBee モジュールでデータを送出する際に電子レンジで干渉波を発生させ、その時のパケット到達数を計測した。その際に無線機の送信電力と周波数帯、キャリアセンスを変更し計測を行った。

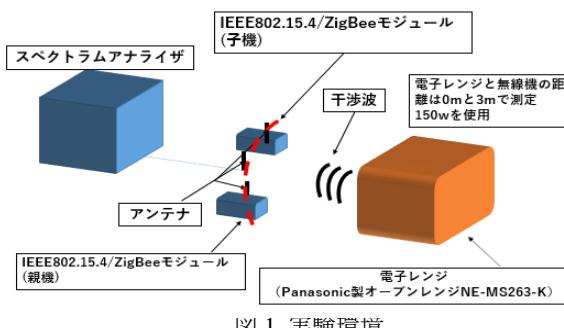


図 1 実験環境

## 3. 実験結果

← 連続時 80% → ←停止時 20%→

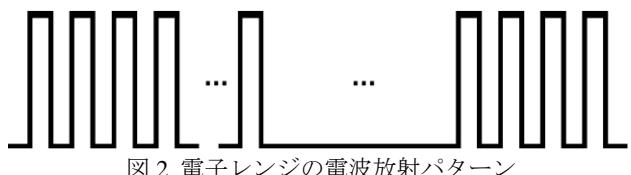


図 2 電子レンジの電波放射パターン

図 2 では電子レンジにはパルス状に電波を放射している時間が 80%、20%は電波を放射していない時間である。

これより 20%のパケットは到達できると考える。

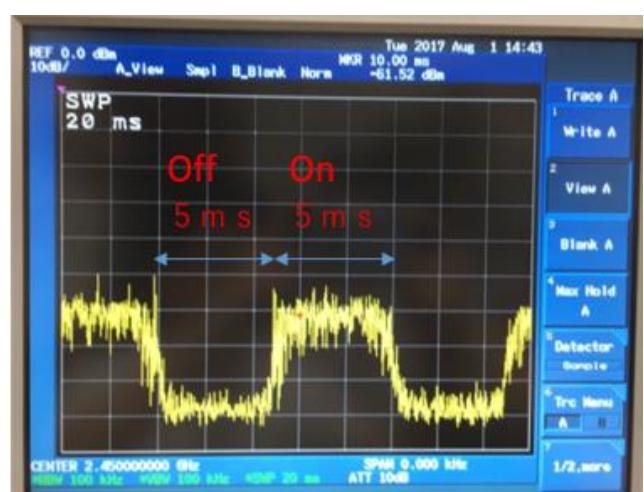


図 3 時間軸の電子レンジ放射パターン

図 3 は図 2 より電波を放射している時間 80%の時間軸のパルスである。On/Off の Duty=50%で電子レンジの放射時間は 5ms、放射していない時間は 5ms である。これにより電子レンジからの放射電力は変動しており D/U 比\* が一定ではないので無線機のパケットが通過できる場合もある。

\* • D=Desired : ZigBee モジュールの送信電力  
• U=Undesired : 電子レンジからの放射電

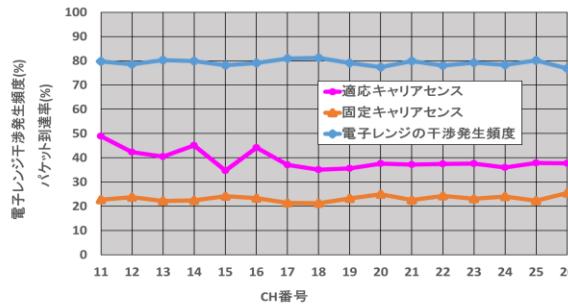


図 4 無線機の送信電力-70dBm のパケット到達率

図 4 は電子レンジと無線機の距離 0m のパケット到達率である。固定キャリアセンスの時よりも適応キャリアセンスの方が全体的にパケット到達率は上がり最大 26% の上昇が CH11 で確認できた。

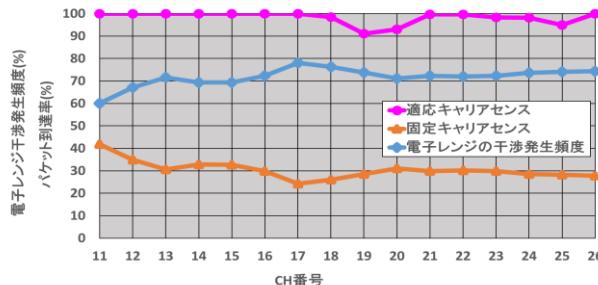


図 5 無線機の送信電力-30dBm のパケット到達率

図 5 では無線機の送信電力をあげた時の距離 0m のパケット到達率である。固定キャリアセンスの時よりも適応キャリアセンスの方が全体的にパケット到達率は上がり、CH17 で最大 76% の上昇が確認できた。

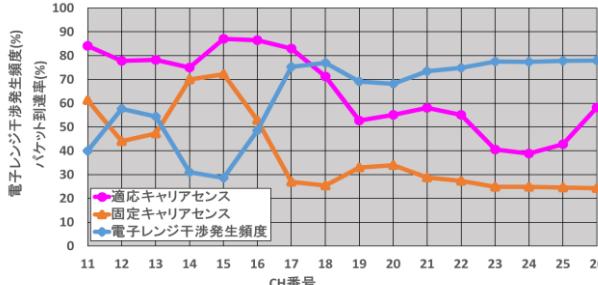


図 6 無線機の送信電力-70dBm のパケット到達率

図 6 は無線機と電子レンジの距離を 3m 離した時の適応キャリアセンスでパケット到達率が CH17 で最大 87% となっている。CH24 が最小で 39% となっている。

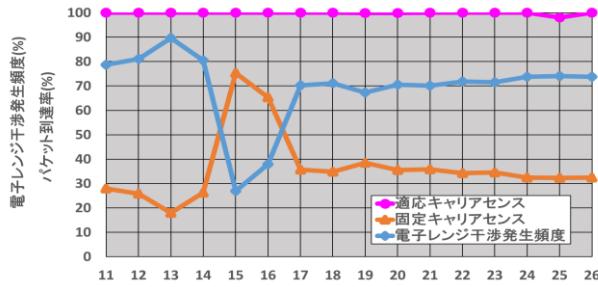


図 7 無線機の送信電力-30dBm のパケット到達率

図 7 では適応キャリアセンスのパケット到達率は CH25 で 2% とわずかに減少があったがほぼすべての CH でパケット到達率が 100% に達した。

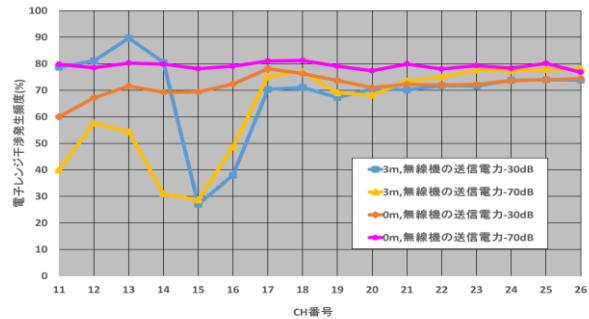


図 8 電子レンジ干渉発生頻度

図 8 より CH17～CH26 まで発生頻度率が 70%～80% に集中していた。距離 3m の CH15 では、無線機の送信電力の -30dB と -70dB 共に電子レンジ電力発生頻度率が大きく減少しており、どちらも 28% 辺りを示した。

#### 4. まとめ

距離 0m で固定キャリアセンスの場合、パケット到達率は 41% だったが、適応キャリアセンスにして無線機の送信電力を -30dB に上げることで 100% のパケット到達率を示した。

キャリアセンスを適応的に設定することでパケット到達率を 100% に到達することが可能で、距離を離すことによりほぼすべての CH でパケット到達率を 100% に到達することが確認できた。

CH16 辺りでは電子レンジから発生される干渉波の影響は小さく、CH19～CH25 辺りでは干渉波の影響を大きく受ける。

#### 5. 今後の課題

スマートハウスなど、実際の生活環境に模して実験を行う。

#### 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”, 信学会ソナーフォーラム 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”, 信学会ソナーフォーラム ASN 研 B18-4, 2016.9