

自動二輪車の乗車時におけるアンテナダイバーシティの特性評価

2016SC095 内倉麻衣

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

近年、情報通信機器の発達に伴って様々な無線通信形態が存在する。その一例として、自動二輪車の乗車時においてアマチュア無線を用いた無線通信がある。このとき、アンテナを自動二輪車に搭載する必要がある。しかし、搭載されるアンテナに関する研究報告例が自動車より少ないことは明白である。この一因として、車載スペース、防塵、防振など自動二輪車特有の問題が挙げられる。また、自動二輪車は自動車のように静電遮蔽されておらず、人体がむき出しの状態である [1]。

先行研究 [2] では自動二輪車に搭載されるアンテナの動作原理究明として、簡素モデルを検討した。その結果、アンテナから見て人体が存在する方向で利得が減少する結果が得られた。そこで、本研究では、この結果を改善することを目的とし、アンテナダイバーシティを用いた 145MHz 帯モノポールアンテナにおいてアマチュア無線による車車間通信を仮定し、人体近接時におけるアンテナの反射係数や放射指向性がどのように変化するかをシミュレーションから考察し、評価する。

2 先行研究との差異

先行研究 [2] では、電磁界解析ソフトウェア XFDTD を用いて、実測で使用する自動二輪車の簡素モデルを構築し、シミュレーションと実測結果の比較から、所望の周波数である 145MHz 付近において、アンテナから見て人体が存在する方向で利得の減少が見られた。

本研究では、先行研究と同様の簡素モデルを構築し、シミュレーションの結果からアンテナダイバーシティの特性評価を行う。利得の向上が確認できれば、自動二輪車に搭載されるアンテナにおいて、アンテナダイバーシティが有効であるといえる。先行研究との差異を表 1 に示す。

表 1: 先行研究との差異

項目	本研究	先行研究
周波数	145MHz	145MHz
アンテナ	モノポールアンテナ × 2 本	モノポールアンテナ × 1 本
シミュレーション	人体あり	人体あり/なし

3 アンテナダイバーシティについて

アンテナダイバーシティには、空間ダイバーシティと呼ばれる技術がある。これは、空間的に十分離れた複数の受信アンテナを用いる方法であり、アンテナ間の距離を所望する周波数の半波長程度離せば無相関に近い受信波を得る

ことができる [3]。

本研究では、空間アンテナダイバーシティの一つとして、切替 (選択) ダイバーシティを想定する。これは、複数の受信アンテナで同一の無線信号を受信したとき、電波状況の優れた信号を優先的に選択・切り替えを行う方式である。切替 (選択) ダイバーシティの簡単なイメージをそれぞれ図 1, 2 に示す。図 1 は構成、図 2 は受信信号である。

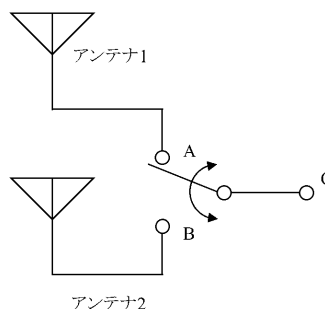


図 1: 構成

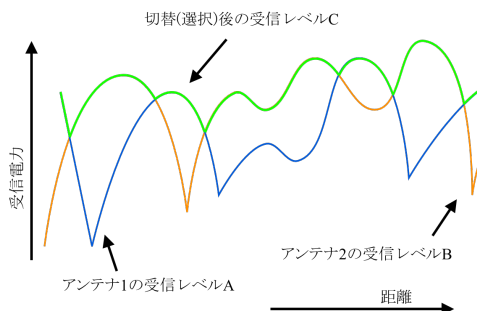


図 2: 受信信号

4 シミュレーション

シミュレーションは、FDTD 法 (時間領域差分法) を用いた Remcom 社製の電磁界解析ソフトウェア XFDTD を使用する。自動二輪車の形状については車種のフレームによって異なるが、本研究は先行研究 [2] と同様にアンテナの動作原理究明を意義としている。そのため、先行研究で検討された簡素モデルと同様のモデルを構築してシミュレーションを行う。このとき、先行研究の結果から所望の周波数である 145MHz において反射係数 S_{11} が -10dB 以下で動作する接地位置は、 $d = 0.2m, 0.3m$ のときであった。本研究では、この結果を用いて $d = 0.2m, 0.3m$ にそれぞれ接地されたアンテナを基準位置とし、これらのアンテナから半波長程度離れた位置に 2 本目のアンテナを接地する。アンテナダイバーシティは、アンテナ間の距離を

所望する周波数の半波長程度離せば無相関に近い受信波を得られることから、145MHzの半波長である約1.03m離す必要がある。しかし、簡素モデルのフレームの大きさが1.0mであるため、2本のアンテナ間の距離が最大となるフレーム最前方に2本目のアンテナを接地させる。人体の位置は、先行研究と同様に $d = 0.5m$ で背面が接する位置に配置し、 $d = 0.03m$ 浮かせて配置した。作成した簡素モデルを図3に示す。

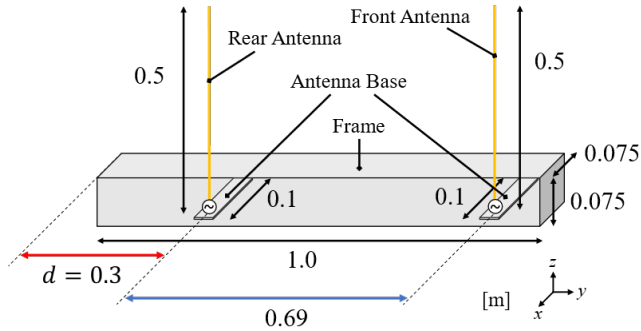


図3: 作成した簡素モデル ($d = 0.3m$ のとき)

5 結果

反射係数の結果を図4に示す。Rear Antennaは、接地位置 $d = 0.2m, 0.3m$ 共に、所望の周波数である145MHzで最小となった。一方、Front Antennaは、共振周波数が下方へシフトした。これは、人体との距離が近いことによってアンテナの実効長が長くなったためだと考えられる。

放射指向性の結果を図5に示す。なお、この結果は接地位置 $d = 0.3m$ のときである。Rear Antennaは、 $\phi = 40^\circ \sim 140^\circ$ 方向の利得が減少した。Front Antennaは、 $\phi = 170^\circ \sim 335^\circ$ 方向の利得が減少した。どちらのアンテナも人体が存在する方向で利得の減少が見られた。これは、先行研究で得られた結果と同様に、人体が電波のエネルギーを吸収しているためと考えられる。特に、Front Antennaは、人体と最も近い $\phi = 300^\circ$ 方向において利得が $-20.47dBi$ となった。2本のアンテナを組み合わせたとき、全方位角において利得の減少が見られないことからアンテナダイバーシティは有効であると考えられる。

6 おわりに

本研究では、自動二輪車に搭載されるアンテナの動作原理究明として、先行研究の結果を基に145MHz帯モノポールアンテナを2本接地した簡素モデルの電磁界解析を行い、アンテナダイバーシティの有効性について検討した。

反射係数は、Rear Antennaにおいて所望の共振周波数で最小となった。しかし、人体との距離が近いFront Antennaにおいては、共振周波数が下方へシフトする結果が得られた。

放射指向性は、先行研究で得られた結果と同様に、アン

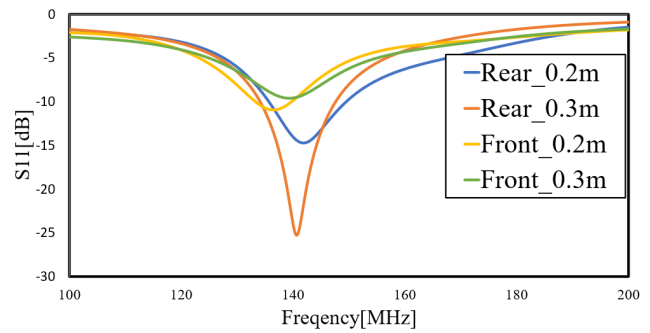


図4: 反射特性

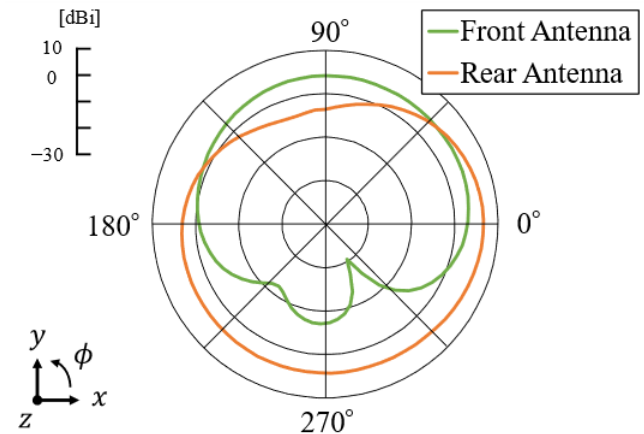


図5: 放射指向性 ($d = 0.3m$ のとき)

テナから見て人体が存在する方向で利得の減少が見られた。特に、人体との距離が最も近いFront Antennaは顕著にその影響が現れた。しかし、2本のアンテナを組み合わせることで、全方位角において利得の減少が見られず無指向となる結果を得られたため、アンテナダイバーシティは有効であると考えられる。

今後の課題として、アンテナの接地位置や形状をより現実的なものに改善したモデルの実測を行い、累積確率分布などを用いてアンテナダイバーシティの有効性を検討することが挙げられる。

参考文献

- [1] 加藤隆介, “自動二輪車の乗車時における145MHz帯ホイップアンテナの電磁界解析と実測,” 南山大学情報理工学システム創成工学科2016年度卒業論文, 2017.
- [2] 加藤隆介, “自動二輪車に搭載した145MHz帯モノポールアンテナの放射特性とSARの解析,” 南山大学大学院理工学研究科機械電子制御工学専攻2018年度修士論文, 2019.
- [3] 府川和彦 “知識ベース 地域の森4群 (モバイル・無線) 1編 (無線通信基礎) 6章 ダイバーシティ技術,” 電子通信情報学会, <https://www.ieice-hbkb.org/portal/doc.510.html>, May 2009.