

レイトレース法を用いた曲線廊下での移動体によるマルチパス電波伝搬特性の実証

Verifications of the Affections due to the Moving Obstacles in a Curved Corridor for 2.4GHz Propagation

戸水雅貴

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: Ray Trace, Moving Obstacles, Curved Corridor, Multipath Fading, Delay Profile

1. はじめに

現在、様々なモノが無線技術により相互に通信を行う IoT の時代が訪れている。モノのインターネットを実現するにあたり、構造物での人の電波伝搬特性を明らかにし、通信を行う回線設計に必要な情報を得ることが重要だと考えられる。本研究では、曲線廊下で人が有無でのシミュレーションを行い、結果を比較し電波伝搬特性を明らかにする。

2. 実験手順

曲線廊下で使用する材質をコンクリートとし、人の素材は水とし、シミュレーションはレイトレースを用いた RapLab を使用し得られた結果を比較した。

実験手順は以下の①～②に示す。

① モデルを構築

曲線廊下と人を構築するため SketchUp を使用する。今回モデルとしたのは東京工科大学の研究棟 A の廊下を模倣してモデルを作成した。図 1 に曲線廊下、図 2 に人のモデルを示し、表 1 に曲線廊下のモデル、表 2 にコンクリートの複素比誘電率、表 3 に人のモデル、表 4 に水の複素比誘電率を示す。

② シミュレーションの実行

RapLab を用いて①で構築した曲線廊下モデルに対して周波数、送信電力、偏波、計算条件を指定しシミュレーションを行う。その使用した条件を表 2 に示す。

曲線廊下人なし、10m 刻みずつ人を置いた場合の合計 7 回のシミュレーションから得られた結果を比較する。

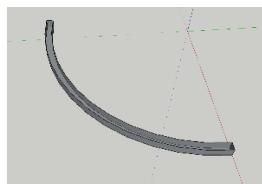


図 1 曲線廊下のモデル

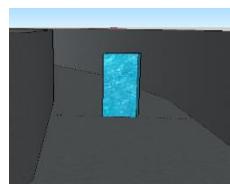


図 2 人のモデル

表 1 曲線廊下モデルの環境

	全長	廊下の幅	高さ	素材
曲線廊下	73m	2.0m	2.3m	コンクリート

表 2 コンクリートの複素比誘電率

コンクリート	5.7-0.56j
--------	-----------

表 3 人のモデル環境

	高さ	縦幅	横幅	素材
人	1.7m	0.3m	0.45m	水

表 4 水の複素比誘電率

水	78.0-j8.0
---	-----------

3. シミュレーションの環境

曲線廊下に人のモデリングを 10m 刻みずつ置いた時と、置いていない時のシミュレーションを行った。

また、受信機と送信機の環境は、オムニアンテナを使用しアンテナ高 1.5m、周波数は 2.4GHz、送信電力は 17dBm、垂直偏波として設定した。表 5 に送信機受信機の環境、表 6 にシミュレーションの計算条件を示す。

表 5 受信機、送信機の環境

	アンテナ	アンテナ高	周波数	送信電力
曲線廊下	Omni	0m	2.4GHz	17dBm(0.050119W)

表 6 シミュレーションの計算条件

	反射	透過	回折
曲線廊下	6回	0回	0回

4. 実験結果

始めに、曲線廊下における人の有無の受信強度の違いを図 3 に示す。

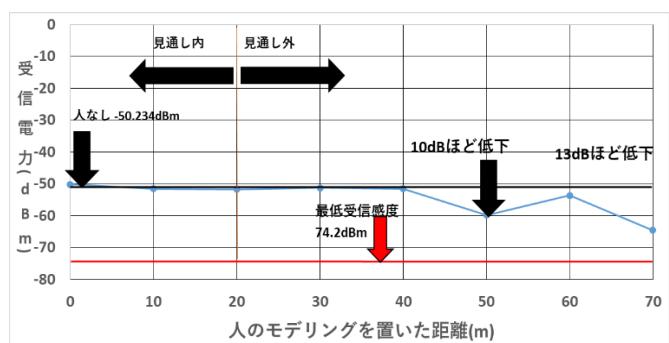


図 3 曲線廊下における受信強度のグラフ

図 3 より、0m のときは人がいない状態であり、10m ずつと人がいる時の受信電力を示している。10, 20, 30, 40m に置いた付近までは約-50dB、となつており受信電力に影響はないが、50m, 70m になると

急激に落ち込んでおり 50m は-10dBm、70 は-15dBm の差が見られる。

次に先ほど受信電力が急激に落ちた影響を探るために、0m、50m、70m の時のパス情報を調べる。各 m に対しての受信電力が高い上位 6 個の位相を調べグラフ化した。そして、グラフ化して 2 本の位相を比べ 180°で割り、度合い平均を求め 0 基準をしたとき大きければ強め合い、1 を基準としたときに大きければ弱め合っていることが分かる。その後 3 本の位相の標準偏差を取りばらつきがあるかを調べる。

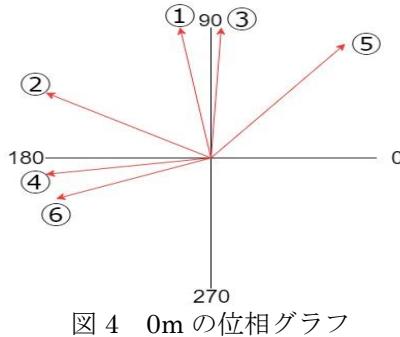


図 4 0m の位相グラフ

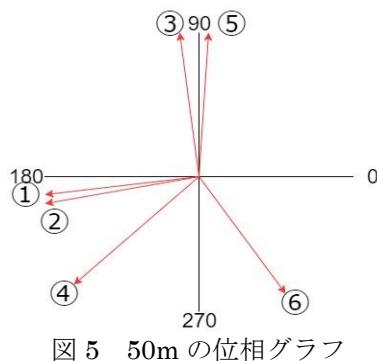


図 5 50m の位相グラフ

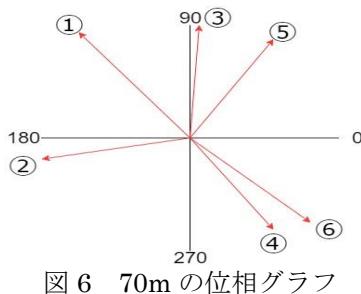


図 6 70m の位相グラフ

図 4～図 6 の位相⑥と①、⑤と②、④と③を比較した。

・図 4 の場合

⑥と①を比較すると位相が 84、 $84/180=0.467$ 、
⑤と②を比較すると位相が 108、 $108/180=0.600$
④と③を比較すると位相が 97、 $97/180=0.539$ であり、各逆位相の度合いは 0.535 で標準偏差は 0.054 である。

・図 5 の場合

⑥と①を比較すると位相が 130、 $130/180=0.722$ 、
⑤と②を比較すると位相が 99、 $99/180=0.550$ 、
④と③を比較すると位相が 129、 $129/180=0.717$ であり、各逆位相の度合いは 0.663 で標準偏差は 0.084 である。

・図 6 の場合

⑥と①を比較すると位相が 156、 $156/180=0.867$
⑤と②を比較すると位相が 135、 $135/180=0.750$ 、
④と③を比較すると位相が 207、 $207/180=1.150$ であり、各逆位相の度合いは 0.922 で標準偏差は 0.168 である。

よって、50m と 70m は弱め合っていることが分かる。

次に 50m と 70m の遅延プロファイルを図 7 及び図 8 に示す。

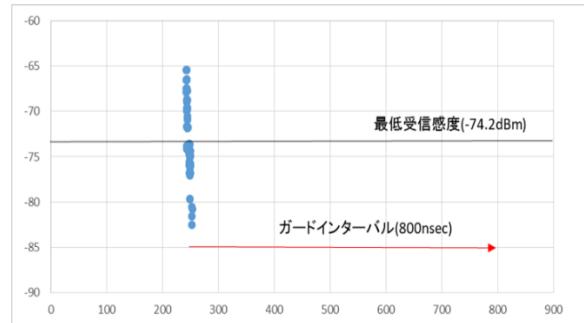


図 7 50m の遅延プロファイル

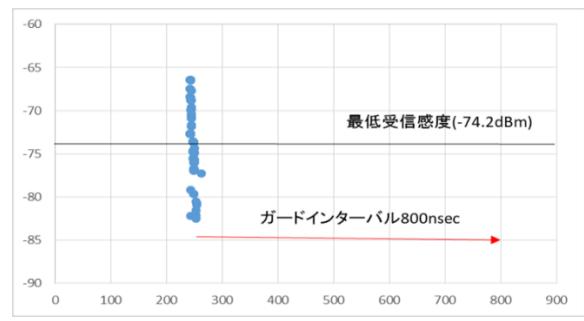


図 8 70m の遅延プロファイル

図 7 と図 8 を見てみるとガードインターバル 800nsec を超えていないため、シンボル間干渉は起こっていないことが分かる。

5.まとめ

曲線廊下の人の有無のシミュレーションを行い、人により受信電力の変化や遅延プロファイルでの影響について検討することができた。

受信電力については、各距離において受信電力が落ちておらず、50m と 70m では急激な落ち込みが確認され、各位相の標準偏差を求めた結果、位相同士が反転し打ち消し合いにより低下したと考える。

遅延プロファイルに関しては、無線 LAN のガードインターバル 800nsec を超えていないため、遅延時間がガードインターバル内に収まり、シンボル間干渉は起こらない。

6.今後の計画

今後は高帯域化時の周波数選択フェージングによる波形干渉の影響について考察する。