

知能情報基礎演習 4－2 講義資料

－無線通信における降雨減衰特性のモデリング－

担当教員：宮里智樹

● 目的

衛星通信や FWA(Fixed Wireless Access:固定無線通信)といった、10GHz を超えるような周波数帯を用いた無線通信では、降雨現象が大きな問題となる事が知られている。とりわけ、沖縄県のような亜熱帯地方に属する気候区では、スコールと呼ばれる大雨や台風による豪雨など、年間を通して頻繁に発生する。そのような地方で安定した無線通信を行うには、降雨による電波の減衰(降雨減衰と呼びます)を定量的に把握し、それに対処する必要がある。つまり、降雨減衰特性をモデリングすることが必須になる。

本実験では、本学 1 号館の屋上に設置された FWA(18GHz 帯、26GHz 帯)の受信レベルと降雨強度(1 分間の降雨量)の 3 つのデータを用いて、琉球大学周辺における 18 GHz 帯、26GHz 帯の無線通信における降雨減衰特性のモデリングを行う。

なお、今回用いるデータはここだけにしか存在しない学術的に貴重なもの(研究論文のネタになる!)であり、宮里研究室の卒業研究テーマの一つに活用されている。本実験を通して、卒業研究の入り口を体験してみよう。

● 降雨減衰について

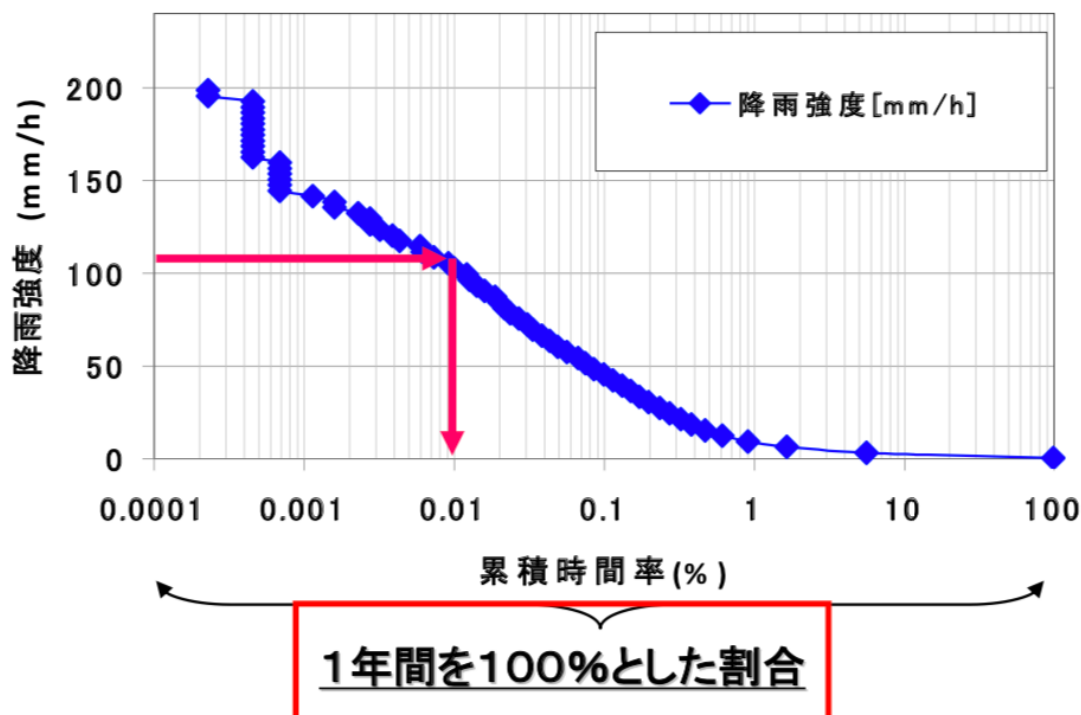
周波数(振動数)と波長の関係から、10GHz の無線通信の波長は 30mm、20GHz だと 15mm、30GHz になると 10mm となる。この周波数帯の事を準ミリ波帯と呼ぶ。一方、一般的な雨粒の大きさは 0.1mm から 3mm 程度であるが、落下による空気抵抗により、雨粒の形状は変形し饅頭の様な形になるため、横方向の直径は 10mm 程度になる場合もある事が知られている。つまり、雨粒の大きさが波長に近づくため、電波が雨粒に影響(反射、吸収、回折)を受ける。結果として、激しい雨が降った場合は、雨によって電波が消失し通信が途絶える現象が発生する。この現象を降雨減衰と呼ぶ。降雨減衰の研究は、これまで衛星通信の分野で精力的に研究されてきたが、近年では広帯域通信の要請から地上波通信においても準ミリ波帯が用いられるようになってきたため、Society 5.0 の実現のためには、無視できない存在になる可能性がある。

● 累積時間分布について

上述した様に、降雨減衰が発生すると電波が消失してしまい、最悪通信不能になるため、安定した通信を実現するためには、どうにかして降雨減衰対策を行う必要がある。ところが、降雨現象は気象現象であるため、いつ、どこで、どの強さで降るか、という詳細な予測は不可能である。(これができたらノーベル賞もの?!)

そこで、次のように考えるのが一般的である。すなわち、1年間を通して、どのくらいの強さの雨が、どのくらい降ったかを積算し、1年間の単位としてその地域の雨の特性を評価するのである。この手法を用いれば、例えば、100mm/h 以上の強い雨が降る確率は、1年間の 0.01%(約 1 時間)未満である、というような情報が、累積時間分布から得られる。この情報を基にして、その地方での通信設備の規模を計算するのである。

降雨強度累積時間分布(琉大観測:2006/04～
2007/01)



● 実験方法

本実験は、2 週間(2 回)実施する。

・ 1 週目: mattermost からデータをダウンロードし、ファイルの中身を確認する。
つぎに、累積時間分布を作成するにあたり、データの前処理を行う。実験の課題は次の通りである。

課題 1: データをダウンロードし、ファイルの中身を確認せよ。

課題 2: 2 秒毎に記録されている測定値を、10 秒毎のデータに作りかえよ。

(※)ただし、「2 秒毎に記録されている」というのは、あくまでも設定値であって、実際には、サーバーの負荷やその他の要因により、2 秒毎には記録されていない、あ

るいは、データが無い(欠損)している箇所がある。10 秒毎にまとめる際には、その点に留意し、各自対処方法を検討せよ。どのように処理するかで、結果が違ってきます!

・ 2 週目: 1 週目で作成した 10 秒毎に記録されたデータを用いて、降雨減衰量、降雨強度の累積時間分布を作成する。詳細は来週説明します。

レポートについて

本実験は、2 週分をまとめて、1 つのレポートで提出するものとする。レポートの内容は、上述の 2 日間の課題の内容と、各自作成したスクリプトファイルとする。

提出期限

2 週目の実験終了後 1 週間以内(詳細は下記参照) ※厳守!!

ファイル名

slab4-2-[学籍番号].pdf

例:学籍番号 165701J の場合

slab4-2-165701J.pdf

※アルファベットも忘れずに

メール件名

知能情報基礎演習 4-2-slab-[学籍番号]

※アルファベットも忘れずに

レポート提出先

handout@nc.ie.u-ryukyu.ac.jp



図1. 観測区間

受信レベル及び降雨強度(琉大6/10)

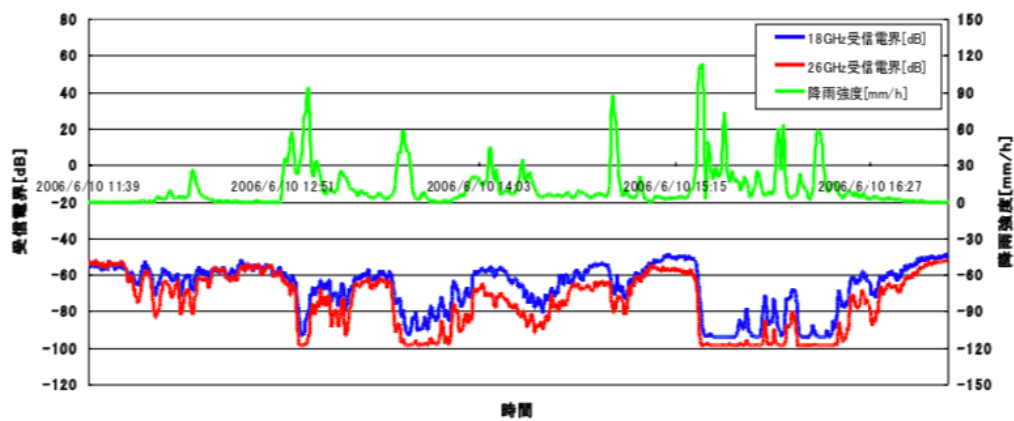


図2. 伝搬データ

- 補足資料

累積時間分布作成について

1週目で作成した10秒毎の受信強度(18、26)と降雨強度を用いて、累積時間分布のグラフを作成する方法を以下で説明するので、参考にして下さい。

手順1. 1分間降雨強度を1時間(60分)降雨強度に変換する。

※●○mm/min → ■□mm/h

1時間(60分)降雨強度に変換する。一般的に降雨強度は1時間降雨強度が用いられます。実験で扱っている降雨強度データファイルは、雨の量のカウント数のままです。ファイルの中身(上部2行はデータのラベルなので無視してください)は日付、時間、カウント数となっています。降雨強度は1カウントにつき0.0083333・・・

【mm/min】で表されます。例えば10カウントの場合は10カウント×0.0083333=0.083333【mm/min】という降雨強度になります。このままだと分単位なので、一般的に使われている【mm/h】単位に換算するために、60をかけて単位変換をおこないます。例：1分間に10カウントされた場合の降雨強度【mm/h】の出し方 10(カウント)×0.0083333(mm/min)×60=4.9998(mm/h)

RxData.zipに記録されている受信強度のデータのうち、18GHzの受信強度のデータがRxData/~/192.168.1.9_csv.log、26GHzの受信強度のデータがRxData/~/192.168.1.11_csv.logとなります。

手順2. なまデータを物理量に対応させる為に、次の処理を行う。

18GHzの場合: 受信電解元の値÷2-121

※元の値が0未満の場合は、元の値に256を足してから計算する

26GHzの場合: そのままでOK。

手順3. 頻度分布を求めるにあたって、基準となる数値を決める。

例) 降雨強度の場合150mm/hを最高値とおいたらそれから3mm/h刻みで0~150mm/hとする、など。刻みの間隔は各自で決めてよい。

手順4. 間隔が3mm/hの場合は、0~3mm/hの間に当てはまるデータが何個あったのか数えて、頻度分布を作成する。

手順5. 頻度分布を足し合わせて累積分布を作成する。

※晴天時のデータは含まれていないので0mm/hのデータは累積時には総時間数とする。

手順6. 累積分布となったデータをグラフ化する

手順7. 横軸を時間から、パーセンテージに直す。(右端が100%)

手順8. 横軸を対数軸とし、片対数グラフとする。