

1. 3GHz 帯ウィンドプロファイラの多重化と稠密配置の検討

関澤 信也 (情報通信研究機構)

1. まえがき

近年、豪雨やヒートアイランド現象がもたらす都市環境への影響など、都市規模の気象現象に大きな関心が集まっている。このような都市スケールの気象現象の解明には、十分高い空間分解能で大気観測を行うことが必要であり、多数のウィンドプロファイラ(WPR)を地上に稠密配置する観測が有効である[1]。しかし、1局分の周波数しか割り当てがないWPRを複数配置する場合、自局と隣接局が干渉しないようWPR間の距離を十分離す必要がある。本発表では1.3GHz帯WPRにおいて、送信波を狭帯域化し多重化することでWPR間の干渉が生じない離隔距離を縮小させ、WPRの稠密配置を図る検討を行った。

2. 1.3GHz 帯 WPR の運用の現状

現在、国内で運用されている1.3GHz帯WPRは40局ほどあり、これらのWPRは同一の周波数(帯域幅10MHz)を共用しているため、干渉の影響を避けるためWPR相互の離隔距離は十分確保されている。例えば、全国に31台配置されている気象庁WINDASの水平方向の離隔距離は、平均で100kmほどである。

一方、従来のWPRは観測性能重視のため、送信波の帯域制限は積極的に行われておらず、送信波を適切に波形整形することで狭帯域化を図る余地は十分残っている。

3. 多重化方式

限られた周波数を多くのユーザが利用するためには、多重化技術の利用が欠かせない。図1に代表的な多重化方式を示した。周波数分割多重は時間を複数局で共有し、使用可能な帯域内に複数チャンネルを割り当てることで、互いの局が干渉しない運用できる。この方式は、1局当たりが使用する帯域幅を狭くする必要があるが、装置の仕組みが簡単なので実用化は容易である。時分割多重は周波数を複数局で共有し、観測時間を割り振ることで全く干渉しない運用が可能になる。この方式は、運用できない時間帯が定期的に生じるので、観測の時間分解能が劣化する。符号分割多重は複数局が周波数と時間を共有し、符号で自局と他局を識別する方式であり、他局との周波数と時間の調整を必要としない利点がある。しかし、この方式は相関処理を行うため演算量が多く装置が複雑であるほか、同じ帯域を使用する局数が増えると受信雑音が増え、測定におけるダイナミックレンジが劣化する恐れがある。これら多重化の性質から、WPR観測には装置開発が容易で大気観測に与える悪影響が殆どない周波数分割多重方式が最も適していると考えられる。

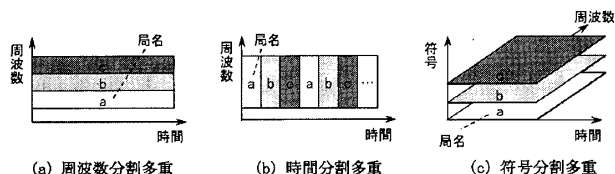


図1 代表的な多重化方式(3ch多重の場合)

4. 周波数分割多重と周波数再利用

使用可能な周波数帯域にM局分のチャンネルが確保できれば、図2に示すように正六角形セルの中心にチャンネル

$f_1 \sim f_M$ のWPRを同一チャンネルが接しないように配置し、かつ同一チャンネルのWPRを干渉が生じない最小離隔距離D以上離すことで限られた周波数の再利用が可能になる。またMが大きいほどセル半径Rが小さくなるのでWPR相互の距離も縮小できる。例えば、パルス幅 $0.666\mu s$ 、16bit-Spano符号を用いた送信パルスをRaised-Cosine($\alpha=0.4$)関数で波形整形すると1ch当たりの帯域は2.7MHzとなるため、10MHzに3ch(M=3)確保できる[2]。また、WINDASが通常使用している送信パルス(パルス幅 $2\mu s$ 、8bit-Spano符号)に同様の波形整形を行えば、その帯域は1.1MHzとなりM=9の運用ができる可能性がある[2]。

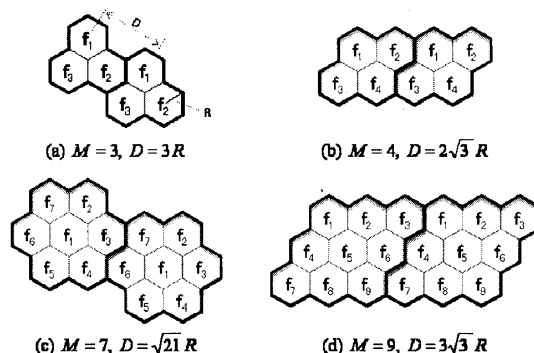


図2 正六角形セルによるチャンネル繰り返しパターン例

5. 干渉が生じない最小離隔距離

WPRから横方向(天頂角90度)に発射された電波は陸上を伝搬するので、同一周波数を使用するWPRの離隔距離が十分離れていないと隣接WPRに到来し干渉が生じる。Dは、WPR間の伝搬損失距離特性、WPRの送信尖頭電力、パルス圧縮ビット数、コヒーレント積分回数、アンテナサイドローブ利得、クラッターフェンス遮蔽損および受信機雑音電力などから算出できる。WPR間の伝搬損失距離特性は奥村・秦式で近似できること[3]、また一般のWPRのアンテナサイドローブ利得は最大で0dBi程度、クラッターフェンス遮蔽量はフェンス近傍においては概ね18~30dB程度、フェンス遠方においては4~5dB程度であることが実測および計算結果から分かった。これらの値から送信尖頭電力2kW級のWPR間のDを求めると、干渉の有無の基準の決め方によって値が変動するが、20kmに満たないことが分かった。この距離は2台のWPRを用いた市街地におけるフィールド実験でも確認できた。

6. まとめ

1.3GHz帯WPRの送信波の狭帯域化により帯域10MHz内にM=3~9のチャンネルが確保できれば、図2のセル構成を行うことで、チャンネルが異なるWPRは距離が数km~10数km程度の間隔で稠密配置できることが分かった。最後に、本検討結果はH22年度電波利用料技術試験事務「ウィンドプロファイラレーダの多重化技術に関する調査検討」の成果である。本研究にご協力頂いた総務省、(株)サイバー総研、並びに関係各位に深謝致します。

[参考文献]

- [1] 関澤, 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集, P180.
- [2] 関澤 他, 2010 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-2-21.
- [3] 関澤 他, 日本気象学会 2009 年度秋季大会講演予稿集, P350.