

第2回気象レーダー作業班 修正版資料

「【気レ班2-3】次世代高機能気象レーダー（X帯）の技術的条件案について」の指摘事項回答案について

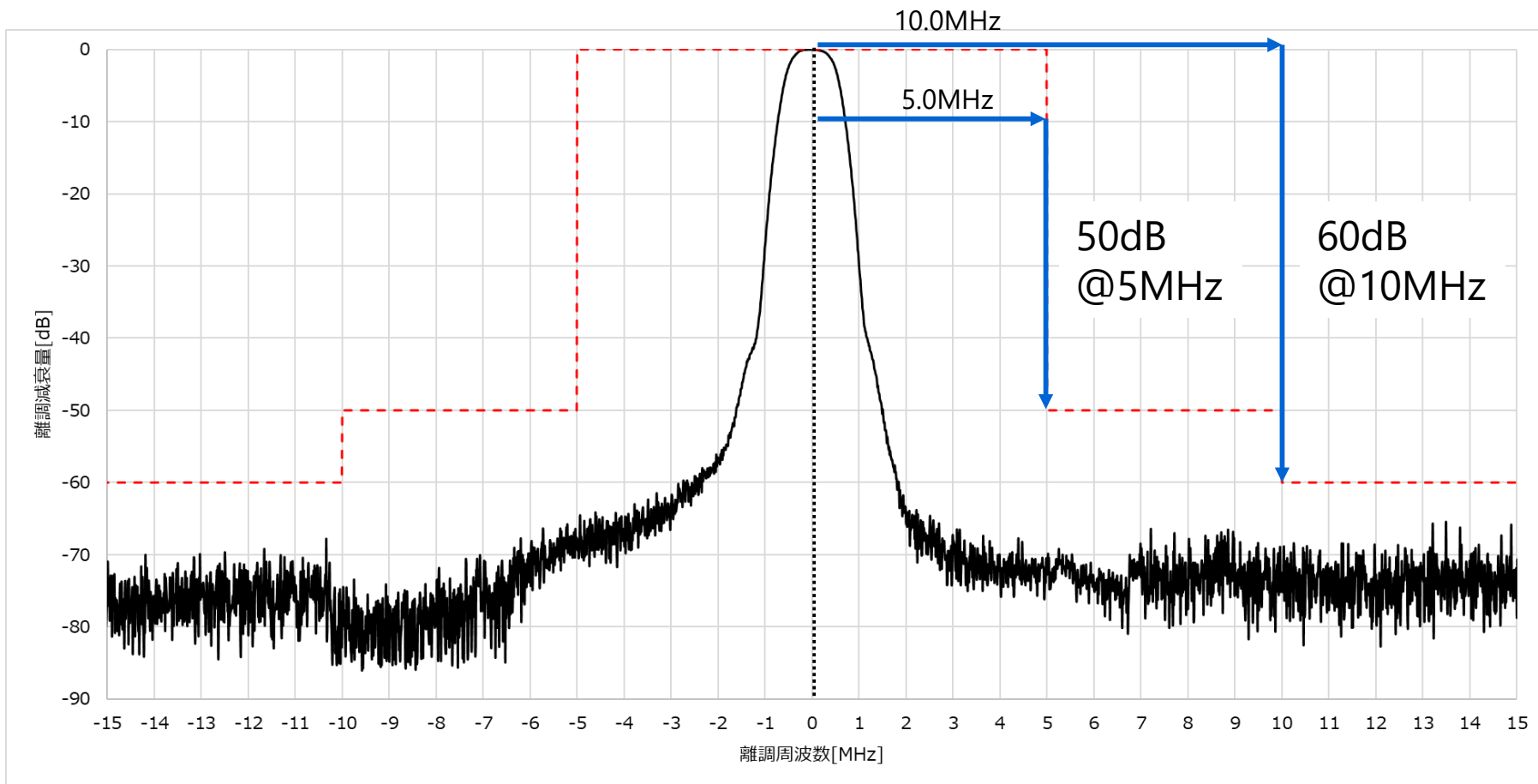
ご指摘事項 1

(議事録抜粋)

スライド 1 における、周波数帯欄と変調波スペクトラムの許容範囲の欄の「割当周波数」という用語の使い方について、それぞれ誤解のないように整理いただきたい。

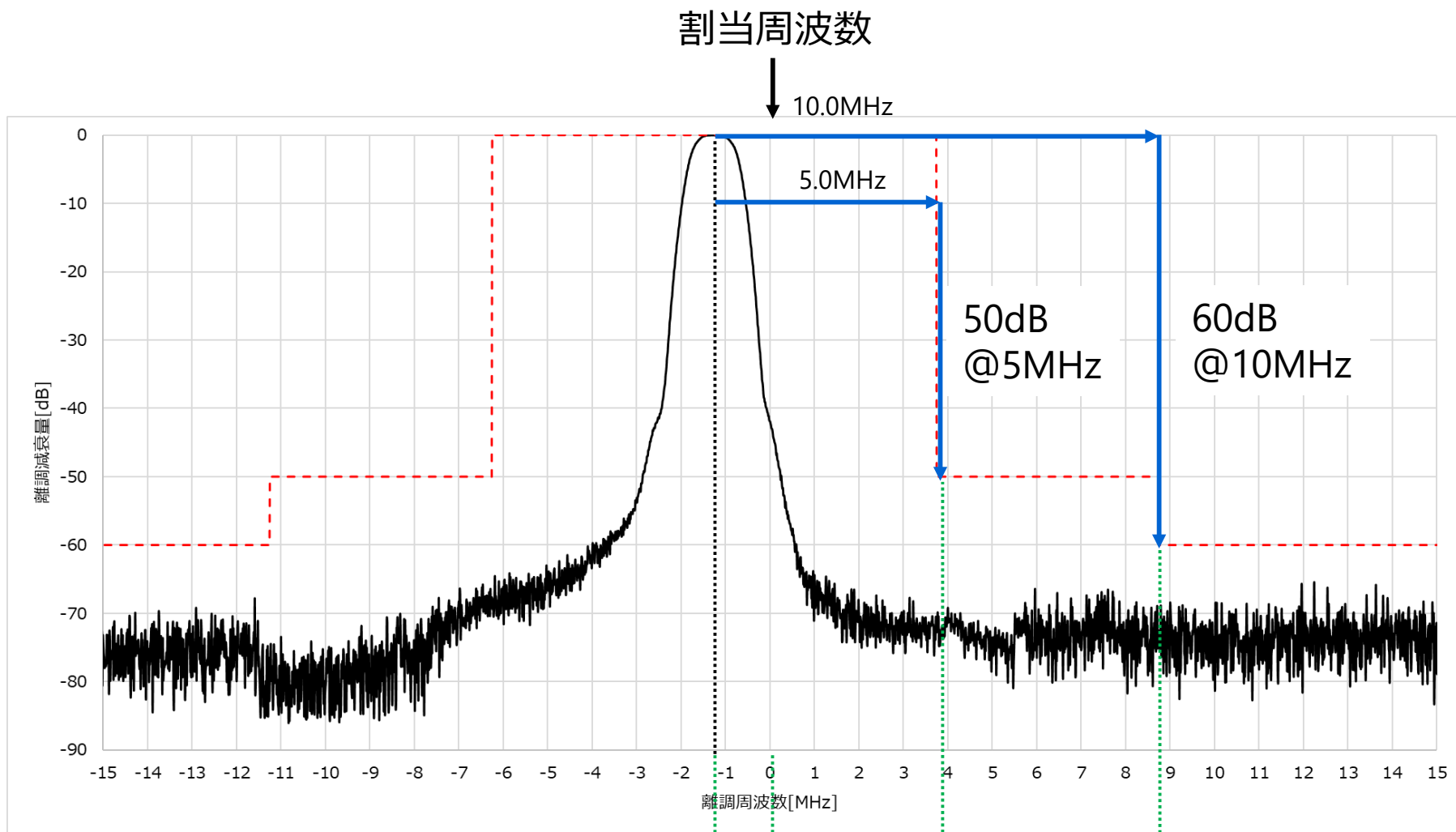
技術試験事務では気象レーダーの離調周波数による減衰量を5MHzで50dB、10MHzで60dBを基準として検討を進めて参りました。気象レーダーは短パルス、長パルスの周波数を1.25MHzオフセットするため、割当周波数からの減衰量の規定としては主旨は変わりません。位置関係を明確にするため、次ページ以降に図での補足を示します。

離調周波数による減衰量について



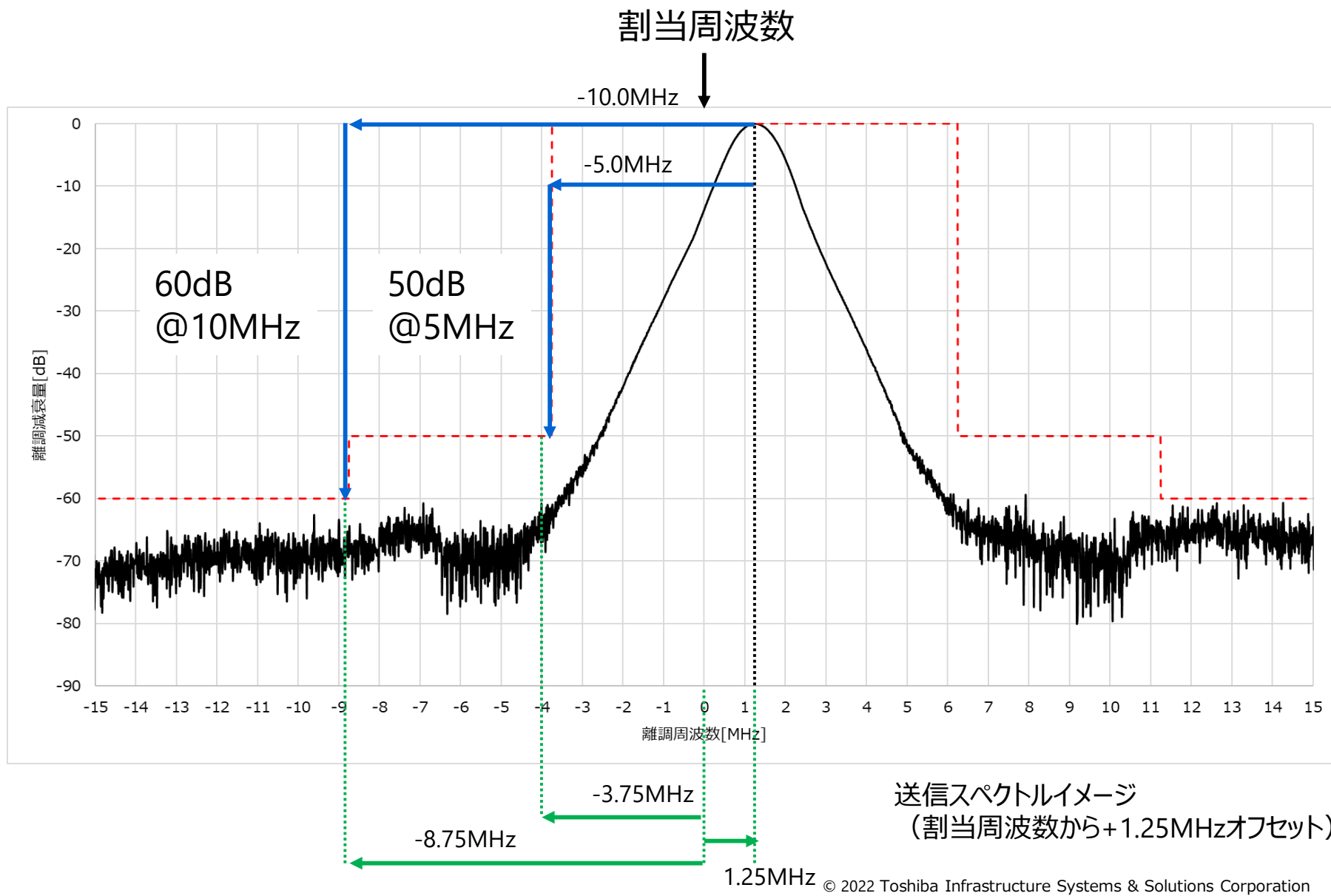
送信スペクトルイメージ

離調周波数による減衰量について(Q0N:f0-1.25MHz)



送信スペクトルイメージ
(割当周波数から-1.25MHzオフセット)

離調周波数による減衰量について(P0N:f0+1.25MHz)



ご指摘事項 2、3

ご指摘事項 2

(議事録抜粋)

OBWの許容値について、なぜフェーズドアレイのP0Nのみ緩和されているのか。OBWの許容値が送信機だけで決まるのであれば、フェーズドアレイであるかどうかは関係ないのではないか。

フェーズドアレイ型レーダーの場合、一つの種信号で多数の送信機から送信します。P0N（短パルス）の波形成型の調整の余地が少なく、技術試験事務での検討の中で帯域幅を測定した結果、2.5MHzを超えるものがあつたため、P0Nについては、OBWが3.0MHz以下の規定を定義いたしました。

ご指摘事項 3

(議事録抜粋)

受信装置のうち雑音指数について、フェーズドアレイの雑音指数を規定しない理由は何か。最小受信感度は規定されており、算出の際に雑音指数が必要かと思う。

フェーズドアレイ型レーダーの場合、多数の受信機を搭載しているため、全ての雑音指数を測定することが困難である一方で、最小受信感度はトータル性能として測定可能であり、受信帯域と雑音指数の設計等で受信性能を決めることができるため、雑音指数を規定しない考えです。

9.7GHz帯フェーズドアレイ気象レーダーの技術的条件

技術的条件案の策定 (1/2)

4か年の調査検討の結果を踏まえて、技術的条件案の取りまとめを実施した。

項目		9.7GHz帯フェーズドアレイ気象レーダーの技術的条件
一般的条件	周波数帯	使用する周波数帯等は、9.7GHz帯(9700MHzを超え9800MHz以下)であること。
送信装置の条件	周波数の許容偏差	百万分率で100とすることが適当である。
	占有周波数帯幅の許容値	占有周波数帯幅の許容値は、PONを3MHzとし、QONを2.5MHzとすることが適当である。
	等価等方輻射電力(EIRP)	EIRPは107dBm以下（単偏波）、110dBm以下（二重偏波）とすることが適当である。
	空中線電力	空中線電力は、5KW以下(単偏波)とすることが適当である。また、垂直及び水平偏波を同時に用いる場合（二重偏波）、それぞれの送信出力の和を取ることとする。電波の型式がPON、QONともに尖頭電力で表示することとする。
	空中線電力の許容偏差	空中線電力の許容偏差は、上限50%、下限50%とすることが適当である。
	デューティー比	気象レーダー観測の感度を向上させるためには、デューティー比をなるべく大きくし送信平均電力を上げた方が良いが、複数台の隣接レーダーによる協調観測を行うには、それぞれのレーダーの受信時間を確保する必要がある。自局以外に2台程度設置された際には、それぞれの送信タイミングを調整した上で受信時間を確保するために、デューティー比は10%以下とすることが望ましい。降雨エコーは対流圏（中緯度では最大約15km程度）の高度内であり、高仰角の観測ではレーダーからある程度離れると通常の降雨エコーが存在しないため、パルス繰返周波数(PRF)を大きく、デューティー比を大きくすることで、効率よく観測することが可能になる。鉛直方向にファンビームを送信するフェーズドアレイ気象レーダーの仰角30度以上では、デューティー比を20%以下とすることが望ましい。
搬送波の変調波スペクトラムの許容範囲		搬送波の空中線電力（尖頭電力）から、次の減衰量とすることが適当である。 <ul style="list-style-type: none">・割当周波数から±3.75 MHz以上離隔した周波数における減衰量：50 dB 以上・割当周波数から±8.75 MHz以上離隔した周波数における減衰量：60 dB 以上 ただし、変調波スペクトラムの許容範囲は、周波数の許容偏差を含むこと。

9.7GHz帯フェーズドアレイ気象レーダーの技術的条件

技術的条件案の策定 (2/2)

項目		9.7GHz帯フェーズドアレイ気象レーダーの技術的条件
空中線	空中線ビーム幅	水平方向のビーム幅を1.2度以下とする。
	送信方向制御	送信方向制御として、任意の方位角方向へのブランキングができることが適当である。更に任意の仰角方向に送信ヌルが設定できることが望ましい。
	主指向方向以外の等価等方輻射電力の上限値	方位角方向の主指向方向から3度以上離隔した方向における最大EIRPを84dBm以下（単偏波）、87dBm以下（二重偏波）、方位角方向の主指向方向から15度以上離隔した方向における最大EIRPを72dBm以下（単偏波）、75dBm以下（二重偏波）とする。 観測性能や実現性に無理の無い範囲で上限値を管理するのが現実的対応であり、空中線の指向性モデルが必要であることより、ITU-R勧告M.1851-1のsincモデルを想定する。
受信装置	等価雑音帯域幅および雑音指数	雑音指数は規定しない。
	最小受信感度	最小受信感度は、-108dBm/MHzとすることが望ましい。
測定法	フェーズドアレイ気象レーダーにおける測定法	フェーズドアレイ気象レーダーの周波数、パルス幅、空中線電力、占有周波数帯幅、スプリアス発射又は不要発射の強度の測定では、空中線から空間に発射された電波を測定する方法(空間発射測定)と、各送信モジュールに直接測定器を接続して送信出力段における電力を測定する方法(有線接続測定)、各送信モジュールの出力を合成器等でまとめ測定する方法(複数合成測定法)のいずれかの方法で測定する。なお、空間発射測定については、マルチパス等の影響を十分考慮した測定環境の確保が必要である。
その他		今後気象は激甚化していき、高性能気象レーダーを含む気象レーダー局数は増加していくものと想定される。その際、気象レーダー間の干渉問題が深刻化することが予想される。そのため今後導入される高性能気象レーダーには相手局情報+広帯域受信による干渉除去等の高度な干渉除去処理を行うことにより、メインローブ-サイドローブ間の干渉基準としてI/N < 35dBを許容することが将来的には望ましい。ただし、高度な干渉除去処理に関しては、相手局情報をどのように入手するかなど実際の運用方法に注意が必要である。