

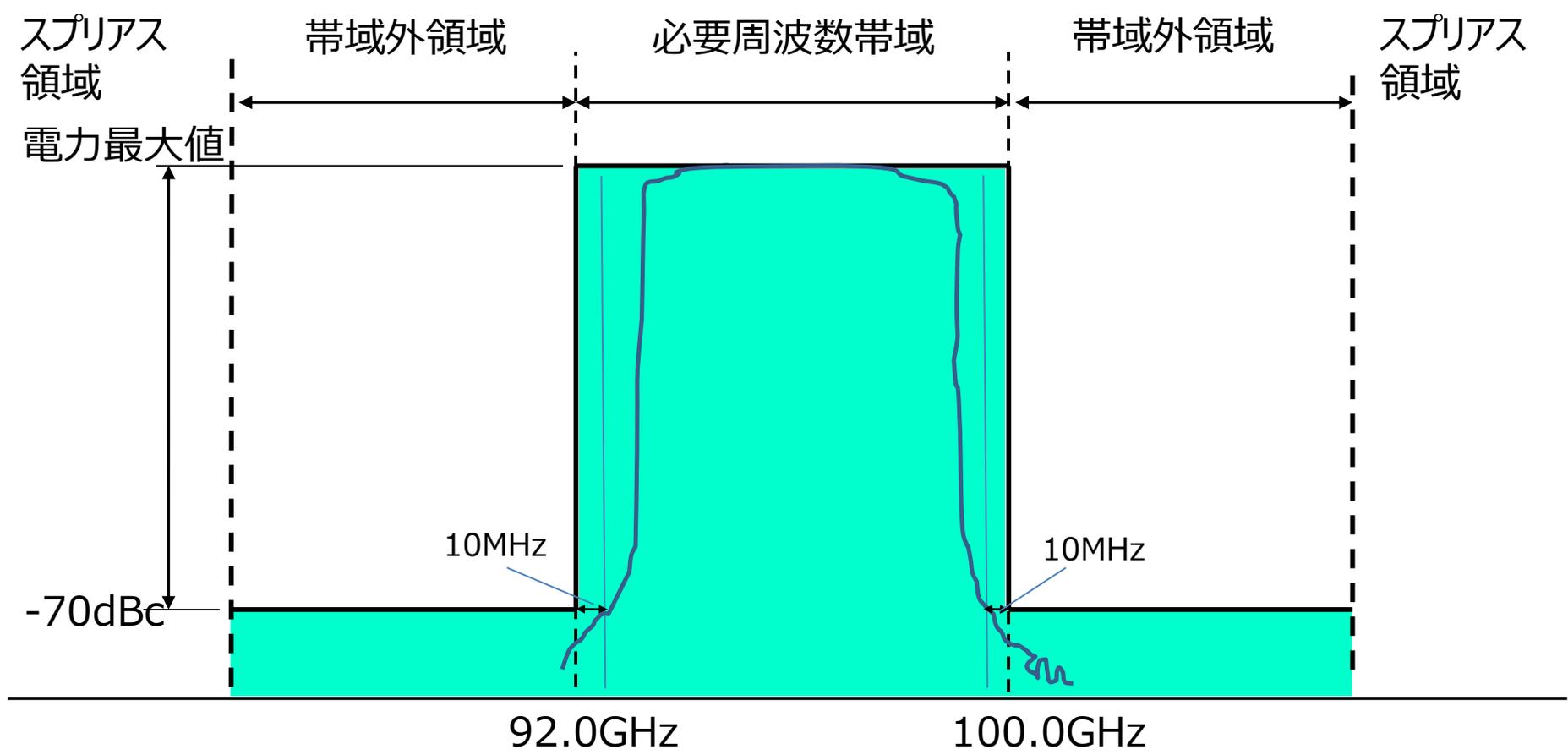
90GHz帯滑走路面異物検知レーダーの 技術的条件（案）の検討

日立国際電気

空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討 報告書(R2.3.31)第7章	90GHz帯滑走路路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)	理由・備考等
7.1技術的条件 (1) 干渉検討基準 本技術基準は、同一帯域 である 92GHz から 100GHz 及び隣接帯域 である81GHzから92GHz 及び100GHzから109.5GHzを使用する他業務との共用検討に基づくものである。	/	本文中に当該事項を記載するため、技術的条件への記載は不要。
(2) 周波数 92GHz から 100GHz までとすること。ただし、94GHzから94.1GHzまでについては、地球探査衛星業務のうち能動業務を保護する観点から電力を出力しないことが必要とされる。		92GHzから100GHz までとする。
(3) 変調方式 FM-CW変調(周波数連続変調)方式とする。	FM-CW方式とする。	
(4) 電波防護指針への適合 電波法施行規則第21条の3を満足すること。	(別途検討)	
7.1.2 無線設備の技術的条件 (1) 周波数の許容偏差 指定周波数帯幅によるため規定しない。	指定周波数帯によるため規定しない。	
(2) 占有周波数帯域幅の許容値 指定周波数帯幅によるため規定しない。	指定周波数帯によるため規定しない。	
(3) 指定周波数帯幅 最大8,000MHz 92GHzから100GHzまで)とする。	最大8,000MHz 92GHz から 100GHz までとする。	
(4) 空中線電力 等価等方輻射電力によるため規定しない。	最大100mWとする。	500mの距離で1インチの異物を検出するために必要な空中線電力とする。

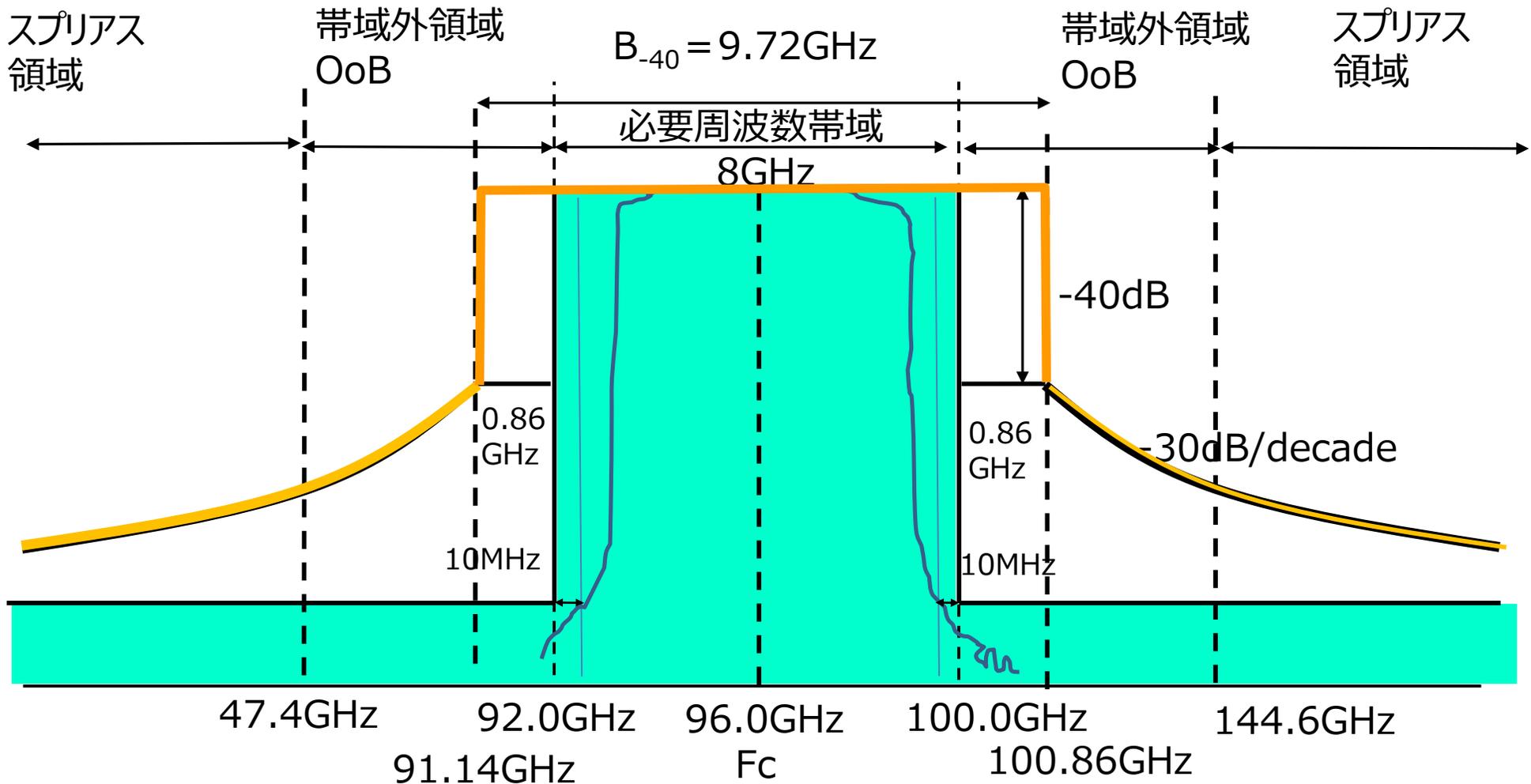
<p>空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書（R2.3.31）第7章</p>	<p>90GHz帯滑走路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)</p>	<p>理由・備考等</p>
<p>(5) 等価等方輻射電力 空港内の滑走路付近に送信点を設置した条件において、1 送信点からの実効輻射電力は64dBm以下となるようにすること。</p>		<p>空中線電力及び空中線利得を規定するためEIRPの規定は不要。</p>
<p>(6) 空中線系 (ア) 送信空中線の絶対利得 44dBi 以下とすること。</p>		<p>44dBi以下とすること。なお、空中線の主輻射方向は、水平面より1°以上下方になること。</p>
<p>(イ) 偏波面 直線偏波(垂直及び水平偏波)とすること。</p>	<p>偏波は規定しない。</p>	<p>対象物によっては円偏波が有利の場合もあるため規定しない。</p>
<p>(7) 空中線電力の許容偏差 送信設備に使用する電波の空中線電力の偏差は、上限50%下限50%以内であること。ただし、空中線電力を自動的に制御する機能を有する場合には、電力低減時には許容偏差の下限は適用しない。</p>	<p>上限50%、下限50%以内であること。</p>	
<p>(8) 送信スペクトラムマスク 同一帯域及び隣接帯域を使用するすべての他業務との共用検討に基づく保護の観点により、帯域外領域については、必要周波数帯域内の上限周波数及び下限周波数の電力値に対して70dBcの電力比とする。現状入手可能な地球探査衛星の仕様等を考慮し、94GHzから94.1GHzは送信禁止帯とする。ただし、動的な干渉回避等により地球探査衛星との周波数共用が可能となる場合にはこの限りではない。</p>	<p>同一帯域及び隣接帯域を使用するすべての他業務との共用検討に基づく保護の観点により、帯域外領域については、必要周波数帯域内の上限周波数及び下限周波数の電力値に対して70dBcの電力比とする。</p>	

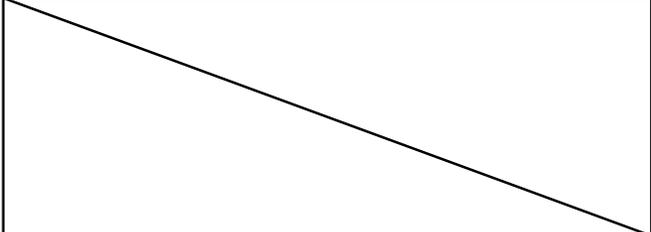
✓送信スペクトラムマスク
 帯域外領域、スプリアス領域：-70dBc以下
 （発射禁止帯を設けない。）



✓送信スペクトラムマスク (ITU-R SM.1541 Annex8を参考)
 FMCW方式
 BR全周波数偏差(Hz)、Tチャープ周期(s)
 $B_{-40} = 9.72\text{GHz}$ $5B_{-40} = 48.6\text{GHz}$

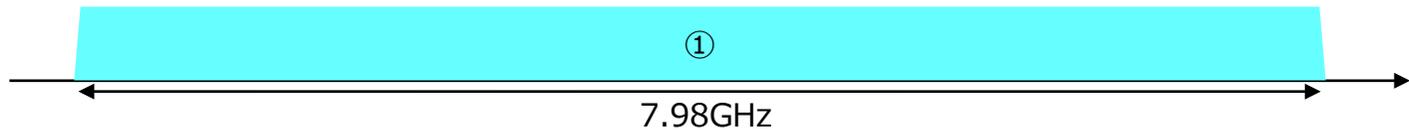
$$B_{-40} = 1.2B_R \left(1 + \frac{200}{\pi\sqrt{B_RT}} \right)^{1/2}$$



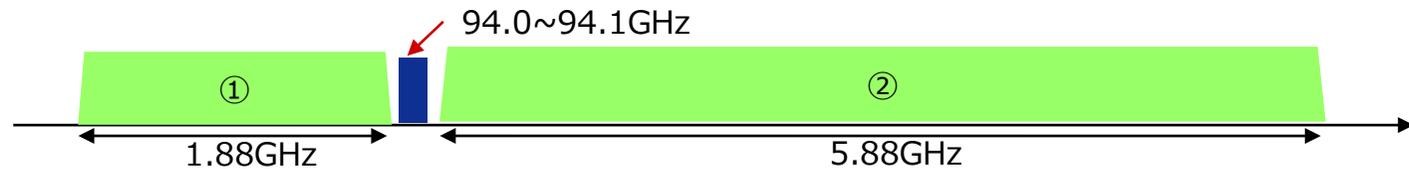
空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書 (R2.3.31) 第7章	90GHz帯滑走路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)	理由・備考等						
(9) チャンネル配置 指定周波数帯域幅内におけるチャンネル配置を、以下のように規定する。 (ア) 2ch 配置 92.01GHzから 93.99GHz までと 94.11GHz から 99.99GHz まで。 (以下略)	チャンネル配置は、特段規定しない。なお、92-100GHzのうち、5.9GHz以下の帯域幅を使用する場合、94-94.1GHzを避ける周波数配置が望ましい。	地球探査衛星業務との共用を考慮して、94-94.1GHzを避ける周波数配置とする。						
(10) 帯域外領域における不要発射の強度の許容値 帯域外領域とスプリアス領域において、同一の強度であるため、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値を参照のこと。	搬送波の平均電力より70dB低い値とする。							
(11) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値 スプリアス領域における不要発射の強度は、以下のとおりとする。	同上。							
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="49 965 271 1086"> 空中線電力 </td> <td data-bbox="271 965 596 1086"> 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値 </td> <td data-bbox="596 965 917 1086"> スプリアス領域における不要発射の強度の許容値 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="49 1086 271 1150"> 100mW以下 </td> <td colspan="2" data-bbox="271 1086 917 1150"> 送信周波数の最大出力電力より70dB 低い値 </td> </tr> </table>	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	100mW以下	送信周波数の最大出力電力より70dB 低い値			
空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値						
100mW以下	送信周波数の最大出力電力より70dB 低い値							
(12) 隣接チャンネル漏洩電力比 87GHzから92GHzまでは、70dBc以下とする。100GHzから105GHzまでは、同じく70dBc以下とする。		不要発射の強度の許容値で規定されているため隣接チャンネル漏洩電力としては規定しない。						

✓チャンネル配置
システム間における周波数共用及び距離分解能のニーズの観点から、以下のように規定する。

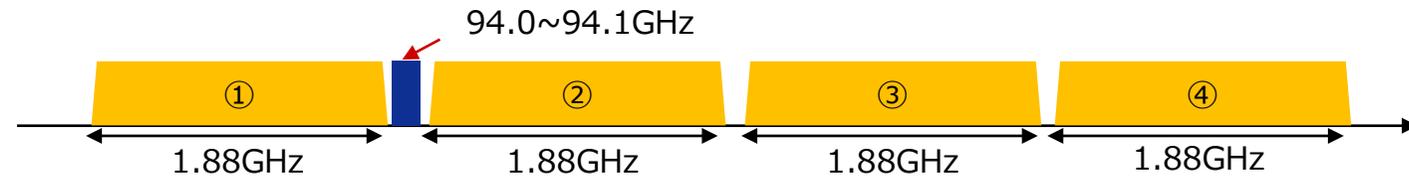
距離分解能
ch①約2.5cm



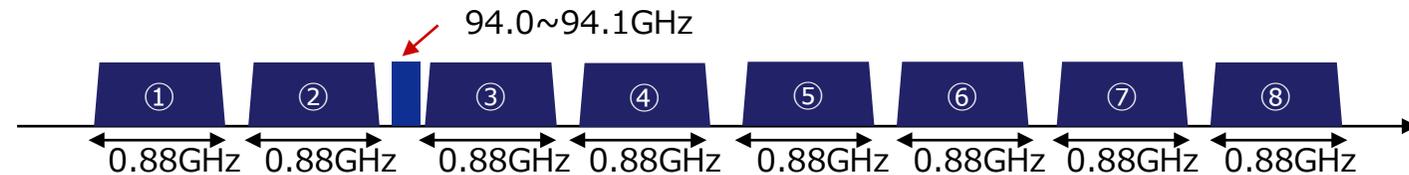
距離分解能
ch②約4.5cm
ch①約12cm



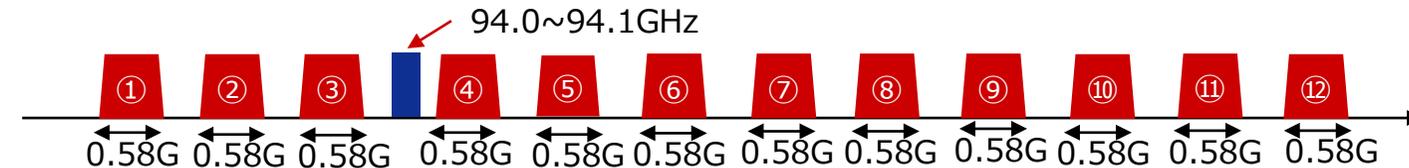
距離分解能
ch①-④約12cm



距離分解能
ch①-⑧約24cm



距離分解能
ch①-⑫約50cm



<p>空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書(R2.3.31)第7章</p>	<p>90GHz帯滑走路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)</p>	<p>理由・備考等</p>
<p>(1) 周波数の偏差及び使用周波数帯域幅 許容値が指定周波数帯で規定される場合は、試験機器を占有周波数帯幅が最大となる状態に設定して、占有周波数帯幅の測定においてスペクトル分布の上限及び下限周波数が指定周波数帯内にあることをもって確認する。 使用周波数帯幅の測定は、スペクトル分布の全電力についてスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限の部分における電力の和が、それぞれ全電力の99%となる周波数幅を測定する。</p>	<p>許容値が指定周波数帯で規定される場合は、試験機器を占有周波数帯幅が最大となる状態に設定して、占有周波数帯幅の測定においてスペクトル分布の上限及び下限周波数が指定周波数帯内にあることをもって確認する。 使用周波数帯幅の測定は、スペクトル分布の全電力についてスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限の部分における電力の和が、それぞれ全電力の99%となる周波数幅を測定する。</p>	
<p>(2) 空中線電力 空中線電力の測定については、試験機器を通常の変調状態で空中線電力が最大となる状態に設定して、空中線測定端子にて、平均電力(尖頭電力で表示する無線設備の場合は尖頭電力)を、高周波電力計等を用いて測定する。また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて測定する場合(尖頭電力で表示する無線設備の場合を除く)は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に最大の送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。</p>	<p>空中線電力の測定については、試験機器を通常の変調状態で空中線電力が最大となる状態に設定して、空中線測定端子にて、平均電力(尖頭電力で表示する無線設備の場合は尖頭電力)を、高周波電力計等を用いて測定する。また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて測定する場合(尖頭電力で表示する無線設備の場合を除く)は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に最大の送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。</p>	

<p>空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書(R2.3.31)第7章</p>	<p>90GHz帯滑走路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)</p>	<p>理由・備考等</p>
<p>(3) スプリアス発射又は不要発射の強度 帯域外領域とスプリアス領域の境界周波数を算出 (ITU-R勧告SM.1541Annex 8)し、以下の(ア)及び(イ)によって測定を行うことが適当である。</p>	<p>(3) 不要発射の強度</p>	
<p>(ア) 帯域外領域における不要発射の強度 試験機器を無変調状態に設定して、スペクトルアナライザを用いて帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力を測定する。 この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅を算出 (ITU-R勧告M.1177)して設定することが適当である。ただし、参照帯域幅が 1MHz を超える場合は、分解能帯域幅を1MHzに設定して測定することも可能である。</p>		<p>不要発射の強度の許容値は一律-70dBcであるため、測定法は一括で記載するもの。</p>
<p>(イ) スプリアス領域における不要発射の強度 試験機器を通常の変調状態に設定して、スペクトルアナライザを用いて不要発射の平均電力(バースト波にあってはバースト内の平均電力)を測定する。 この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅を算出 (ITU-R勧告M.1177)して設定することが適当である。ただし、参照帯域幅が 1MHz を超える場合は、分解能帯域幅を1MHzに設定して測定することも可能である。 スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲は、可能な限り9kHzから110GHzまでとすることが望ましいが、30MHzから26GHzまでとすることができる。</p>	<p>試験機器を通常の変調状態に設定して、スペクトルアナライザを用いて不要発射の平均電力(バースト波にあってはバースト内の平均電力)を測定する。この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅を算出 (ITU-R勧告 M.1177)して設定することが適当である。ただし、参照帯域幅が 1MHz を超える場合は、分解能帯域幅を 1MHz に設定して測定することも可能である。不要発射の強度の測定を行う周波数範囲は、可能な限り9kHzから110GHz までとすることが望ましいが、30MHzから110GHzまでとすることができる。</p>	<p>不要発射の強度の許容値は一律-70dBcであるため、測定法については一括で記載するもの。</p>

<p>空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書(R2.3.31)第7章</p>	<p>90GHz帯滑走路路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)</p>	<p>理由・備考等</p>
<p>(ウ) 帯域外領域およびスプリアス領域における不要発射強度の測定 現状90GHz帯においては、平成17年総務省告示1232号にある測定手法を精度よく実施できる測定設備がないため、不要発射強度の測定は、以下に示すキャリア周波数において、変調等をかけずに電力を出力し、キャリア周波数から10MHz離調した周波数において、スペクトラムアナライザをサンプル設定し測定を行う。</p>		<p>不要発射の強度の許容値は一律-70dBcであるため、測定法については一括で記載するもの。</p>
<p>(1) 干渉回避のための補助機能 (ア) 送信設備に対する対策等 空港 FOD レーダーの出力 による他共用システムに対する干渉 を回避するため、輻射を停止する出力機能を設けること。</p>		<p>民間標準規格において規定することが適当。</p>
<p>(イ) 同期機能 同一空港内の複数滑走路において、空港内のすべての空港FODレーダーの回転同期を実施すること。</p>		<p>民間標準規格において規定することが適当。</p>
<p>(3) 設置等の条件 設置等にあたり、以下の条件を満足することが望まれる。</p>		
<p>(ア) ビーム放射方向 空港FODレーダーは、そのビーム正面の放射方向が水平面より1° 以上下方になるように設置すること。</p>		<p>空中線の技術的条件に記載。</p>

<p>空港滑走路における90GHz帯FODレーダーの導入に向けた周波数有効利用に関する 調査検討報告書(R2.3.31)第7章</p>	<p>90GHz帯滑走路面異物検知レーダー作業班 技術的条件(案)</p>	<p>理由・備考等</p>
<p>(イ) 電波天文の受信設備への干渉回避 設置場所を中心として周辺半径112km以内に、81GHzから109.5GHzまでの周波数を受信する電波天文の受信設備がある場合には、空港 FOD レーダーから電波天文局方向を基点(0°)として、水平方向に 0° から +80° 及び0° から-80° の方向における放射電力が-89.7dBm以下となるよう、遮蔽板を設ける等の対策を行い、電波天文の受信設備への有害干渉を回避すること。</p>		<p>共用検討の結果に記載する。</p>
<p>(ウ) 空港間同士の 干渉回避 相互に干渉がない離隔距離を考慮し、空港FODレーダーを 設置すること。必要とされる離隔距離に満たない場合は、使用するチャンネル配置や遮蔽板等によるシールド、設置台数の制限等により干渉を回避すること。</p>		<p>共用検討の結果に記載する。</p>
<p>(エ) 干渉を回避するための設置とその性能の維持 位置精度の向上や干渉回避のため、滑走路内の定位置にある目標物からの反射電力に対してキャリブレーションができるようにし、常に空港FODレーダー性能の維持を図ること。 キャリブレーションが不可能になった場合、アラームを出力し、空港FODレーダーの設置向きを調整することで、ビームの方向を保つ施策が望ましい。例えば、コンクリート柱や三角鉄塔などの極めて揺れの少ない構造物にレーダーを設置し、ビームの方向を維持する方法がある。</p>		<p>共用検討の結果に記載又は必要に応じて民間標準規格に記載する。</p>