

UWB送信機の測定法

高田潤一

東京工業大学 大学院理工学研究科
国際開発工学専攻

目次

測定法の思想

- 物理測定とレギュレーション測定

法規制の現状と動向

- 米国:FCCの法規制
- 日本:総務省情報通信審議会UWB委員会で
の検討状況
- 国際標準:ITU-R TG1/8 WG4での検討状況

測定の難しさ

測定法の思想

物理測定

- 物理量を厳密に**正確**に測定する

レギュレーション測定

- 利害関係者がいずれも**妥当と合意**できる基準値を測定する

米国FCCの動向

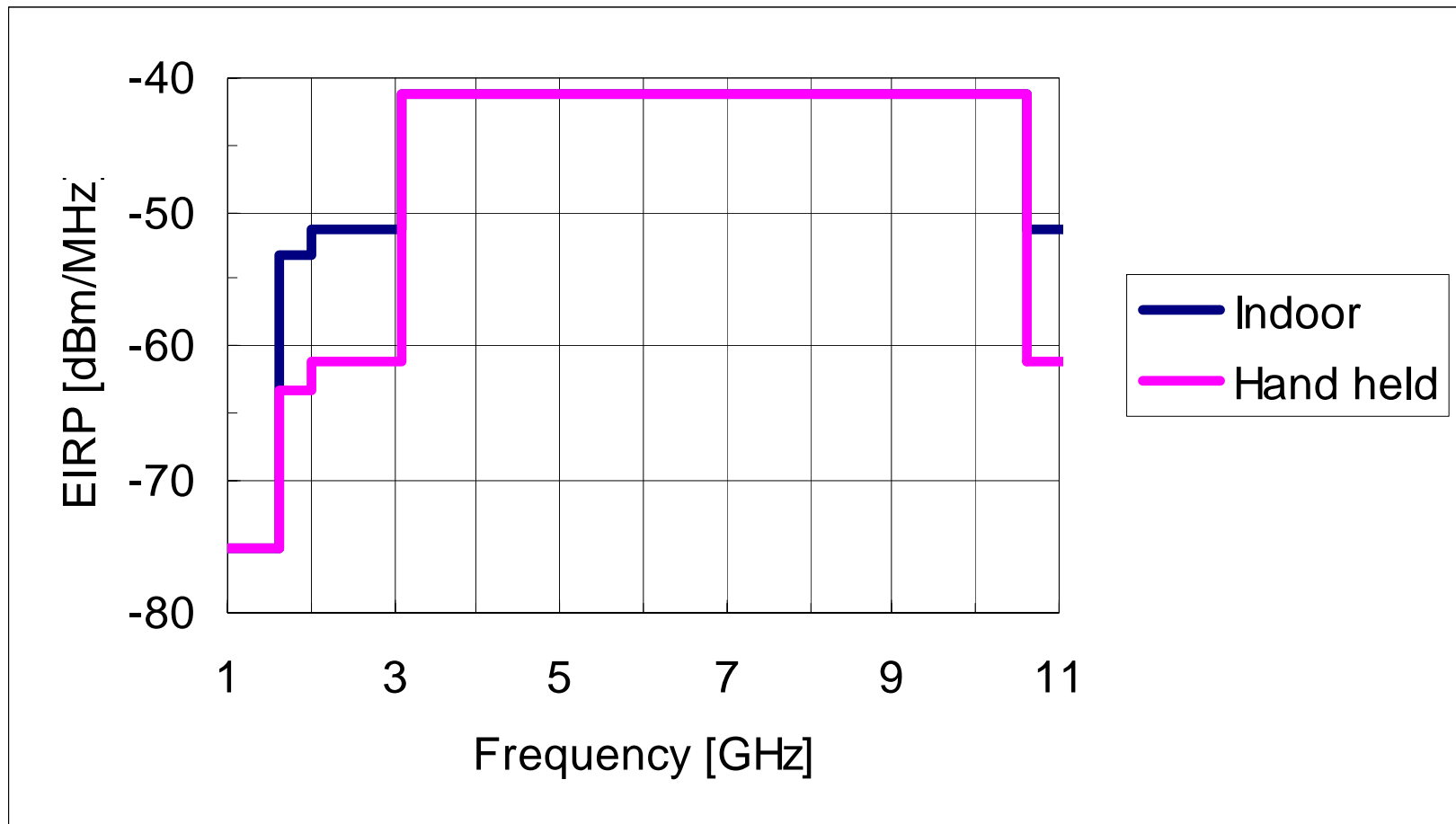
UWB使用の承認

- FCC First Report and Order, FCC 02-48, Apr. 2002.

UWB送信機の技術基準

- FCC Part 15 Subpart F, Dec. 2003.

FCCスペクトラムマスク



FCC Part 15 Section 5.517/519より作成

放射レベル測定 conditions

測定周波数範囲 (15.521 (h))

下限: 9kHz

上限: $\max(40\text{GHz}, (\text{中心周波数}) + 3/(\text{パルス幅}))$
(中心周波数10GHz以下の機器)

検波方式 (15.521 (d))

960MHz以下: CISPR16-1 準尖頭値検波

(尖頭値 > 準尖頭値 尖頭値検波も可)

960MHz以上: RBW 1MHz, RMS検波,
平均時間 1ms以下

測定の発想が EMC

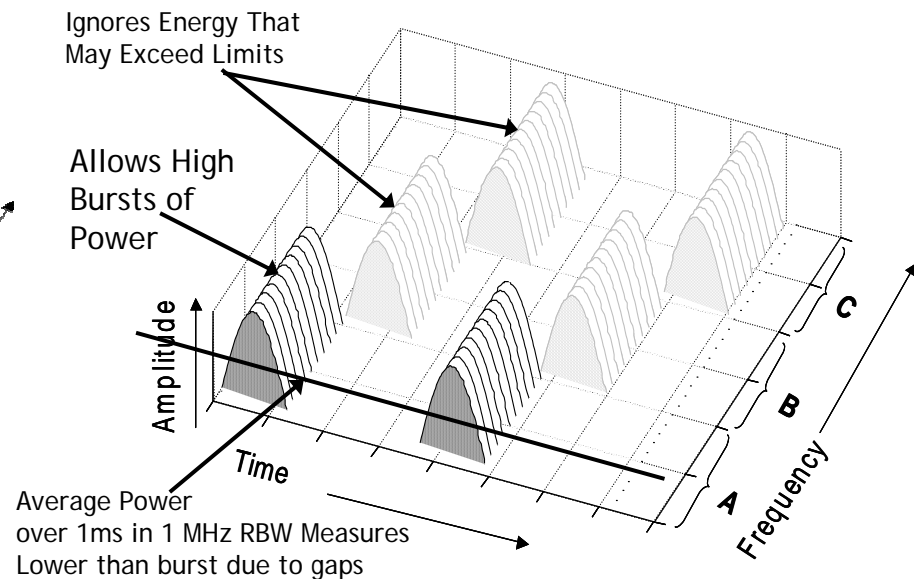
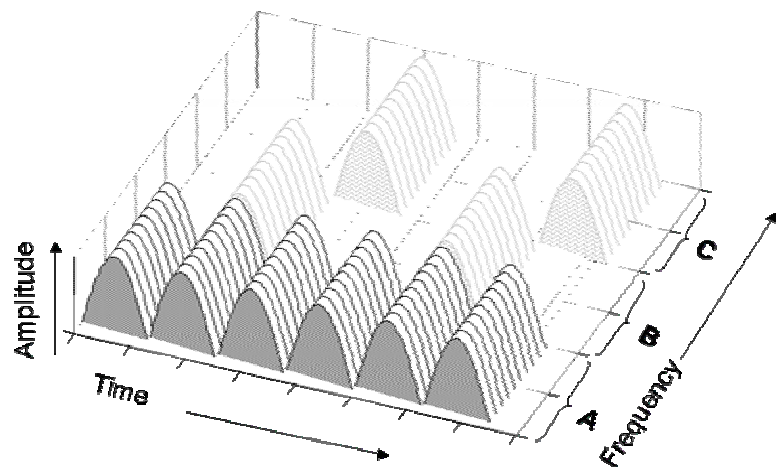
尖頭値電力の条件

- RBW 50MHz, 尖頭値検波で
EIRP 0dBm以下 (15.517(e), 15.519(e))
- RBW 50MHz の測定器は実在しない
RBW 1MHz以上で測定し
 $20\log(\text{RBW}/50)$ dBm 以下

現在使われている一番広帯域の受信機でも
受信帯域幅は50MHz程度であろう

電力の規定

- EIRP規定 放射測定
- 最大放射方向(15.503(k))
- 周波数ホッピングは停止 ~ 論争の種



総務省情報通信審議会 UWB委員会での検討状況

尖頭電力の測定案

- 尖頭電力の許容値は、RBW 50MHzの値を規定。
- RBW 50MHzの尖頭電力を測定できない場合には、RBW 1MHzで測定する。
- RBW50MHzで規定された許容値からの換算方法については、今後の検討が必要。

赤字はFCCと異なる

総務省情報通信審議会 UWB委員会での検討状況

平均電力の測定案

- 平均電力の許容値は、RBW 1MHzの値を規定。
- 帯域幅1MHz以下のシステムに対する影響については、今後の検討が必要。

赤字はFCCと異なる

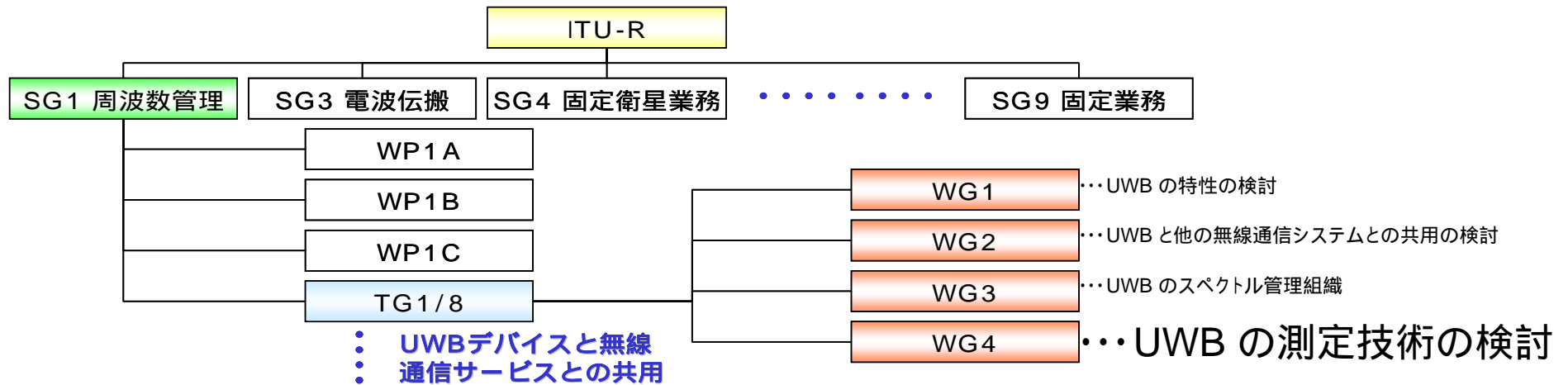
総務省情報通信審議会 UWB委員会での検討状況

測定点案

- 3m地点での電界強度を測定。
- アンテナ端子を設けられるものについては、アンテナ端子で測定することも可能。

赤字はFCCと異なる

ITU-R TG1/8 WG4での検討



- これまで2回開催 (2003年1月/10月)
次回は2004年6月
- WG4ではカナダおよび日本(CRL)からの寄与文書
が大半
- 測定の難しさに関する議論が先行

UWB測定の難しさ

- 測定系の雑音レベル
- EIRP測定とアンテナ
- 尖頭値電力の定義と測定
- スペクトラムアナライザのインパルス帯域幅
- 測定時間

スペクトラムアナライザの雑音レベル

放射測定を前提

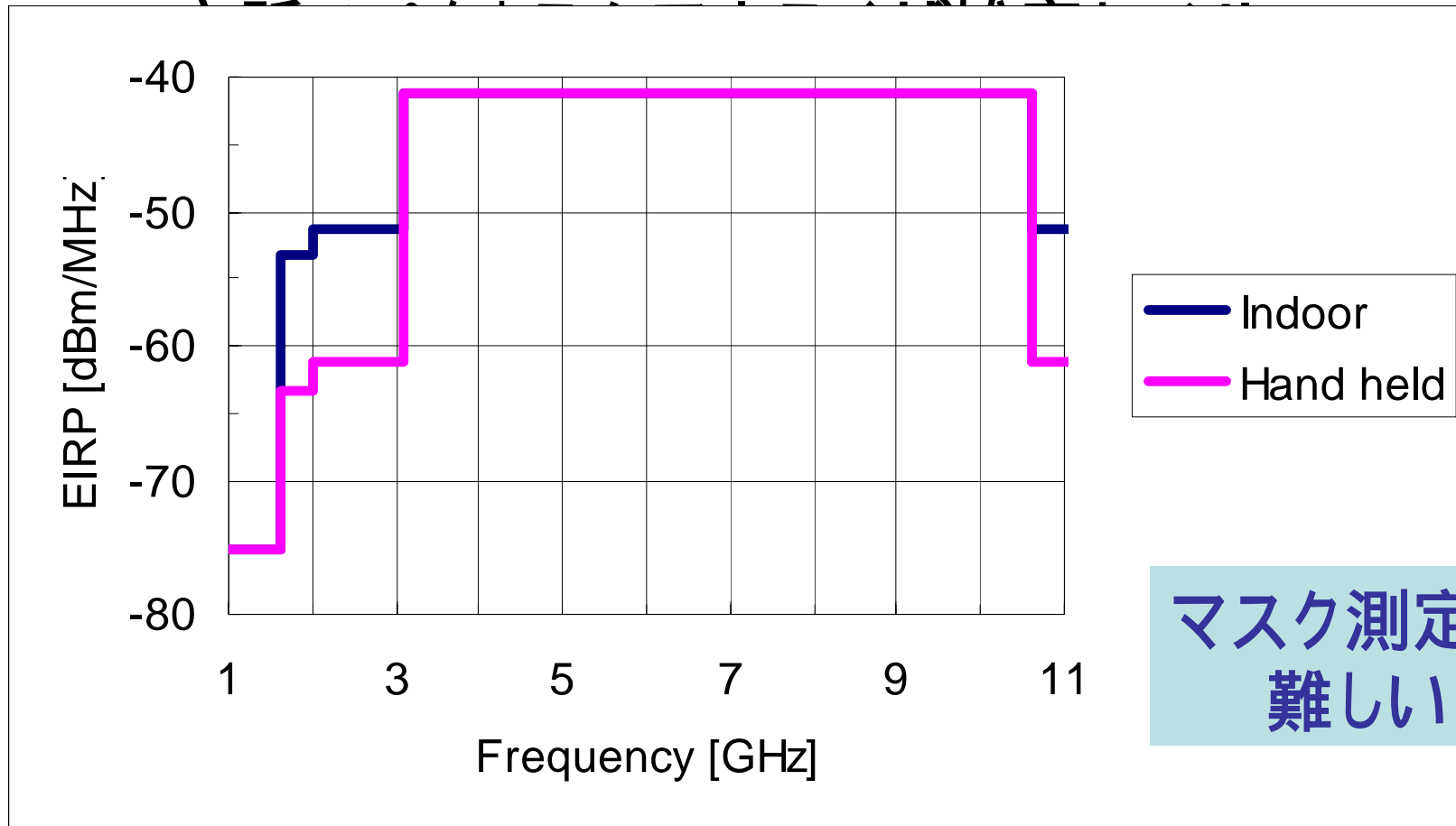
- 送信機から距離3 mの位置で電界強度を測定しEIRPに換算

EIRP[dBm]=

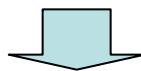
距離3mの電界強度[dBmV/m]-95.2[dB]

電界強度[dBmV/m]=

スペアナ表示電力[dBm]+107[dB]+
アンテナ係数[dB]+ケーブル損失[dB]



マスク測定は
難しい



市販スペアナのEIRP換算雑音レベル

	(1GHz)	(26GHz)
EIRP換算値	- 47dBm/MHz	- 25dBm/MHz

放射測定 of 困難克服には？

距離を接近

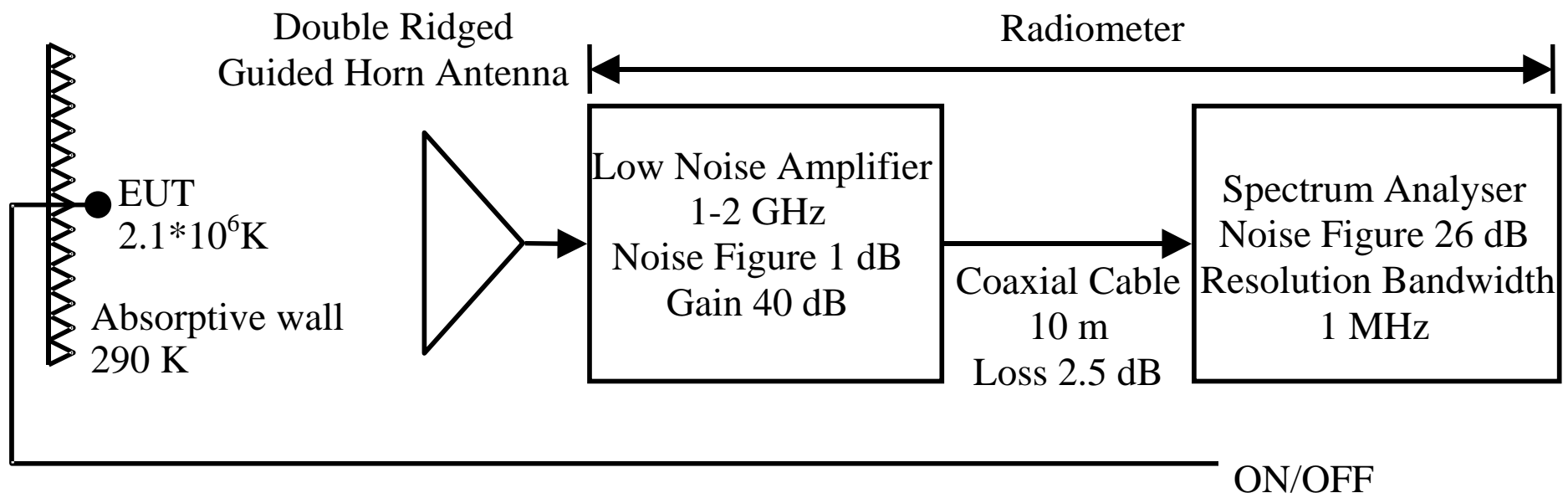
- ある程度有効
- 近傍界領域で誤差

伝導測定 ~ アンテナを外して測定

- 自由空間伝搬損なし
- 実装上は非現実的 ~ アンテナ一体型

保護帯域・発射禁止帯域の測定

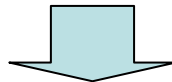
ラジオメータ法



電波吸収体からの熱雑音との比較測定。
1GHzにおいてEIRP換算雑音レベルは-74.7dBm/MHz。

EIRP測定とアンテナ

- アンテナ(筐体含む)の周波数特性
- 最大放射方向は周波数により異なる
- ビーム幅は $2\pi/(4ka)$ 程度
aは筐体を含むアンテナを内包する球の半径



- 全立体角にわたる測定は困難
- 微弱無線のような「簡易」測定
 - 設置形態で水平面のみ測定

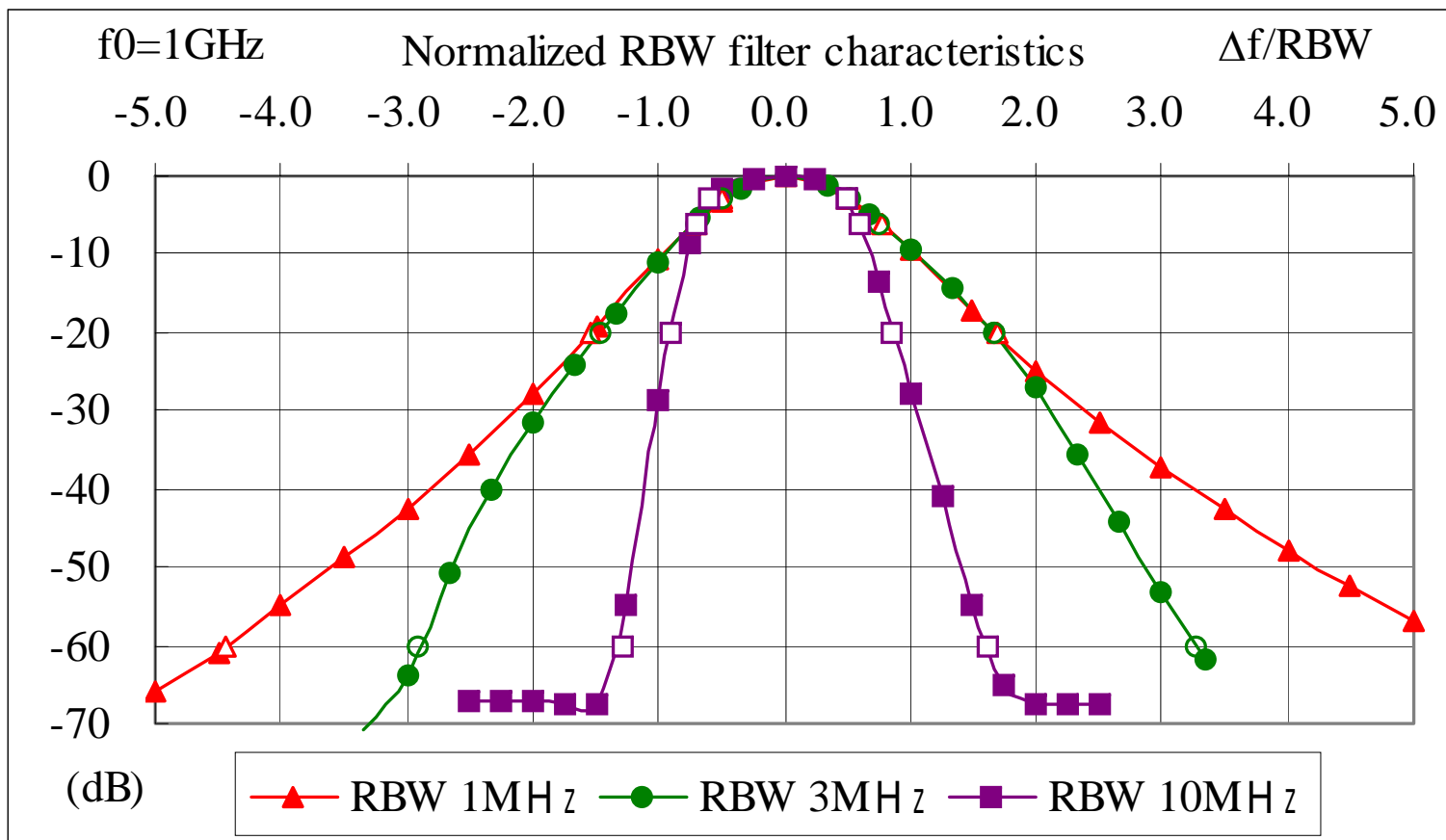
尖頭値電力の定義

- $20\log(\text{RBW}/50)$ dBm か
 $10\log(\text{RBW}/50)$ dBm か？
- パルス性信号
 - 周波数軸上でコヒーレント $20\log$
- マルチキャリア信号
 - 周波数軸上で直交 $10\log$

尖頭値電力の換算式は方式決定に影響を及ぼす

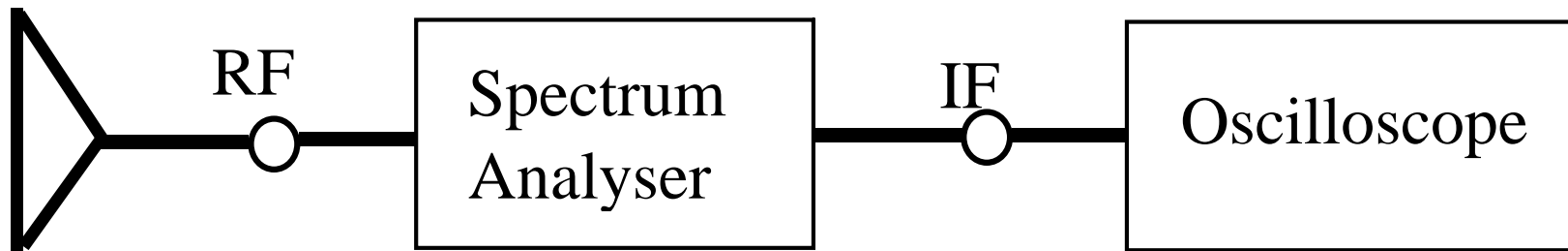
尖頭値電力測定 of 難しさ

- 特性のよい RBW は 1MHz まで



尖頭値電力を測るには

- 時間領域測定
 - オシロスコープ単体ではダイナミックレンジ不足
 - 全周波数は(レギュレーション上は)必要なし



- スペアナIF信号をオシロでサンプルしDSP
 - ガウシアンフィルタ処理
 - サンプルごとの電力計算
 - 最大電力をサーチ

スペクトラムアナライザによる インパルス測定

- インパルス帯域幅(CISPR16-1)
 - RBWはインパルス帯域幅で定義
 - 同じRBW=1MHzでも, IFフィルタが異なるため, 機種によってインパルス帯域幅に違いある.

Spectrum Analyzer ()=VBW	B3 [MHz]	B6 [MHz]	B _{imp} [MHz]	B _{imp} /B3 [MHz]	B _{imp} /B6 [MHz]
F (3MHz)	1.05	1.52	1.37	1.30	0.90
G (3MHz)	1.00	1.48	1.64	1.64	1.11
H (3MHz)	1.03	1.52	1.69	1.64	1.12
J (3MHz)	1.03	1.52	0.92	0.89	0.61

測定時間の問題

- 準尖頭値検波は測定に時間がかかる
 - 1ポイントで数秒オーダー
- 帯域が非常に広い
 - 測定点が極めて多い
- EIRP測定
 - アンテナ(筐体含む)を回転してピーク検出
- 測定時間見積例
 - 正直に測定(周波数・角度):190週間(1週=5日)
 - 960MHz以下も尖頭値検波・ピーク探索:9日