

2018年8月30日

電力密度測定システムの導入について

－技術報告書(IEC TR 63170 Ed1.0:2018-8-15)の概要－

一般財団法人
テレコムエンジニアリングセンター
鵜飼 佳宏

ISO/IEC 17025 (1)

■ ISO/IEC 17025

- 試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項を規定
- 認定機関が試験所又は校正機関の技術的能力を認定するときに基準とする規格
(試験所認定の規格)

■ 背景

- 試験所及び校正機関の能力？
- 結果の信頼性？

■ 認定された試験所又は校正機関

- ISO/IEC 17025に基づく品質管理システムを備えた試験所又は校正機関
- 認定マーク付きの試験報告書又は校正証明書の発行
 - 国際的に信頼性が向上
 - 試験報告書又は校正証明書が信頼できるものか否かの判断材料

ISO/IEC 17025 (2)

■ ISO/IEC 17025:2005 目次

1 適用範囲

2 引用規格

3 用語及び定義

4 管理上の要求事項

4.1 組織、4.2 マネジメントシステム、4.3 文書管理、4.4 依頼、見積仕様書及び契約の内容の確認、
4.5 試験・校正の下請負契約、4.6 サービス及び供給品の購買、4.7 顧客へのサービス、4.8 苦情、
4.9 不適合の試験・校正業務の管理、4.10 改善、4.11 是正処置、4.12 予防処置、4.13 記録の管理、
4.14 内部監査、4.15 マネジメントレビュー

5 技術的要求事項

5.1 一般、5.2 要員、5.3 施設及び環境条件、5.4 **試験・校正の方法及び方法の妥当性確認**、
5.5 **設備**、5.6 **測定トレーサビリティ**、5.7 サンプルング、5.8 試験・校正品目の取扱い、
5.9 試験・校正結果の品質の保証、5.10 結果の報告

付属書

参考文献

■ ISO/IEC 17025:2017

2017年11月発行(移行期間:3年)

較正の要件

■ 電波法

第二十四条の二 第4項 第二号

- イ 国立研究開発法人情報通信研究機構(以下「機構」という。)又は第百二条の十八第一項の指定較正機関が行う較正
- ロ 計量法(平成四年法律第五十一号)第百三十五条又は第百四十四条の規定に基づく較正
- ハ 外国において行う較正であつて、機構又は第百二条の十八第一項の指定較正機関が行う較正に相当するもの
- ニ イからハまでのいずれかに掲げる較正等を受けたものを用いて行う較正等

■ ISO/IEC 17025

- 国内外の国家計量機関による校正
- ISO/IEC 17025 に準拠して認定された校正機関
 - ILAC(国際試験所認定協力機構)又は APLAC(アジア太平洋試験所認定協力機構)の相互承認協定に参加している認定機関で認定された校正機関

簡易性能試験・総合評価試験の目的

■ 簡易性能試験

- 適合性試験の前に行う。
- 測定システムが正常に動作していることを短時間で確認する。
- 測定システムの再現性を検証する。
- 標準アンテナ(ピラミッド型ホーンアンテナ)を用いる。

■ 総合評価試験

- 年1回又は測定システムの変更時(ソフトウェアのアップデート時等)に行う。
- 測定システムの製造者が行う。
- 測定システム全体が正常に動作し、正確な結果を提供できることを確認する。
- 標準アンテナ(キャビティ給電ダイポールアレーアンテナ及びスロットアレー付きピラミッド型ホーンアンテナ)を用いる。

標準アンテナ

■ 試験周波数

10 GHz (6 to 20 GHz), 30 GHz (20 to 45 GHz), 60 GHz (45 to 75 GHz),
30 GHz (75 to 100 GHz)

※ 詳細な情報は、IEC TR 63170 Annex B に規定されている。

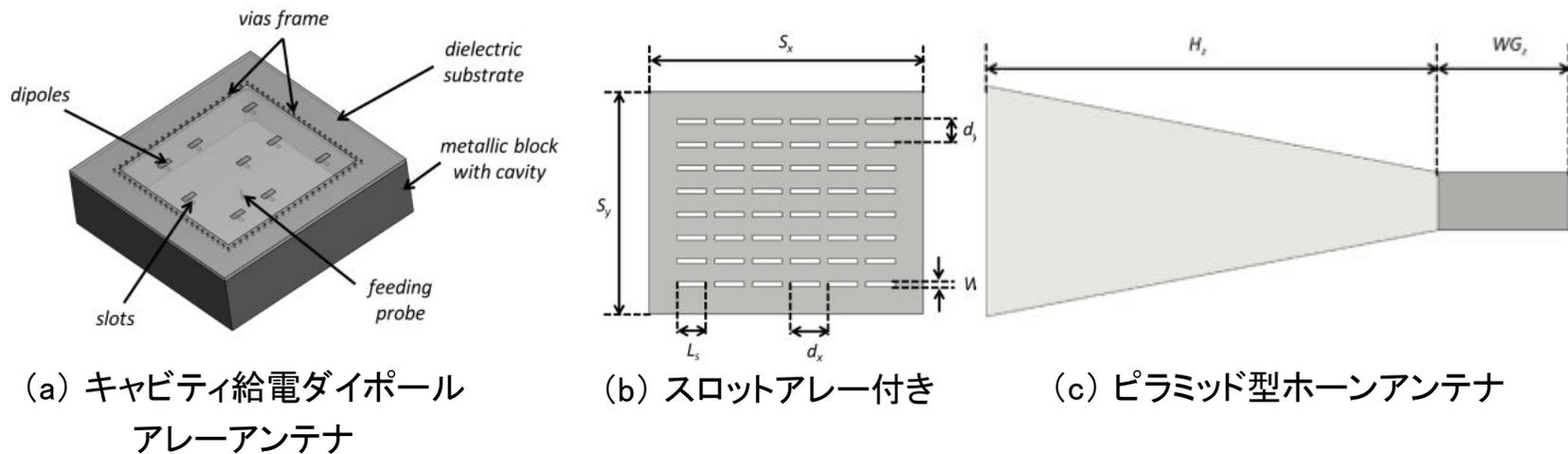


図 標準アンテナ (出典: 電力密度評価作業班 資料1-4)

簡易性能試験の試験手順

■ 試験手順

- 電力計を接続し、アンテナへの入力電力を電力計で確認する。
- 電力計の代わりに標準アンテナを接続する。
- アンテナ開口面から 150 mmの離隔距離における電力密度(最大電力密度)を測定する。
- 測定結果を 0 dBmの入力電力時に規格化し、目標値と比較する。

※ 詳細な情報は、IEC TR 63170 Annex A, C に規定されている。

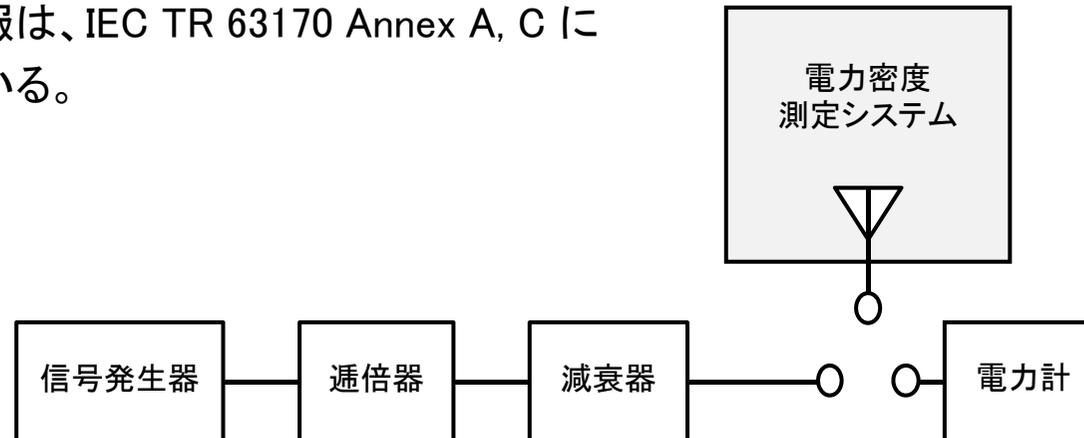


図 測定系統図

簡易性能試験の評価基準

■ 評価基準(適合)

- 規格化した測定値と目標値との差が、拡張不確かさ以内である。
- 測定値と測定参照値との差が、±10 %以内である。

(測定参照値)

較正後、同一の標準アンテナを用いて、個々の測定システムに対して決定する。

表 標準アンテナの目標値(0 dBm入力電力に規格化)

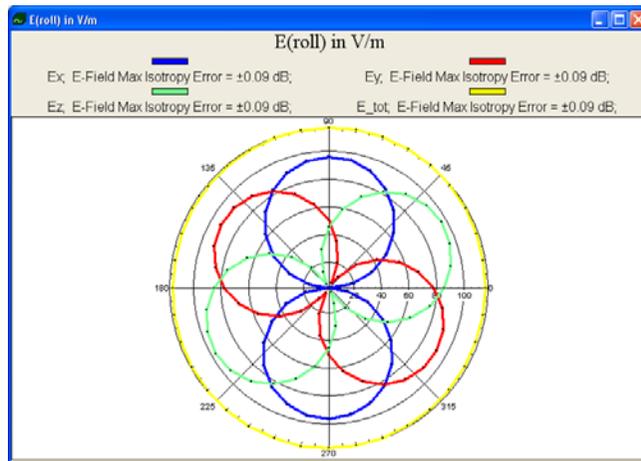
アンテナ	周波数 [GHz]	離隔距離 [mm]	最大電力密度 [mW/m ²]
ピラミッド型ホーン	10	150	116.67
	30	150	215
	60	150	261.3
	90	150	425.2

[IEC TR 63170 Table C.1]

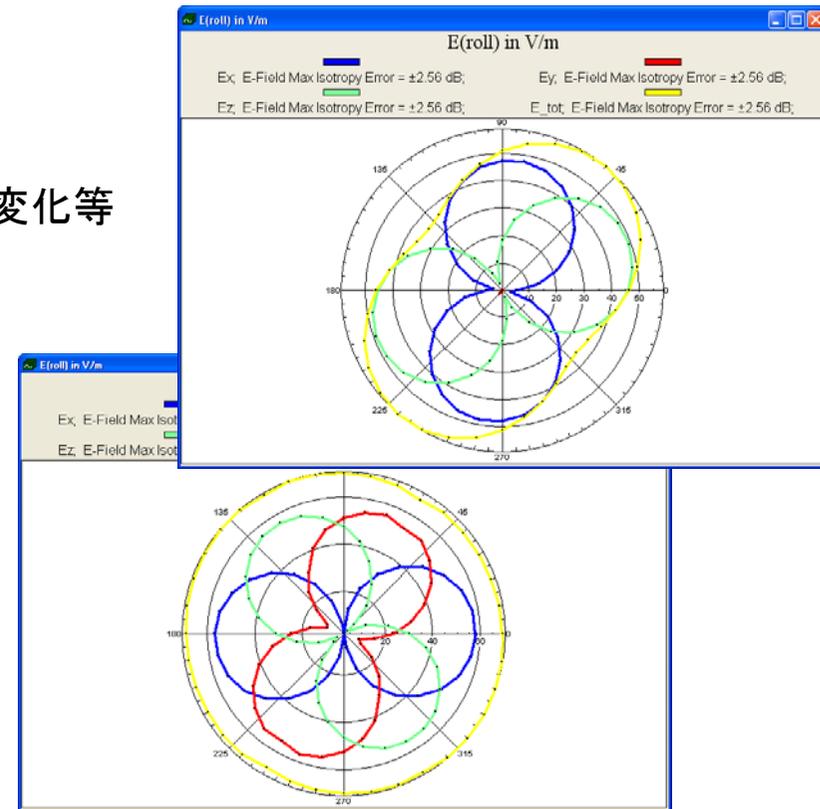
簡易性能試験の結果

■ 簡易性能試験の判定結果(不適合)から検出

- 測定システムの故障及びドリフト
- 測定システムの設定ミス
- 測定システムに影響を及ぼす環境条件の変化等



(a) 正常時



(b) 不具合時

図 プローブの等方性(参考 SAR測定システムの場合)

総合評価試験の試験手順

■ 試験手順

- 電力計を接続し、アンテナへの入力電力を電力計で確認する。
- 電力計の代わりに標準アンテナを接続する。
- アンテナ開口面から 2 mm、5 mm、10 mm、20 mmの離隔距離における電力密度(最大電力密度及び円形領域にわたる空間平均電力密度)を測定する。
- 測定結果を0dBmの入力電力時に規格化し、目標値と比較する。

※ 詳細な情報は、IEC TR 63170 Annex A に規定されている。

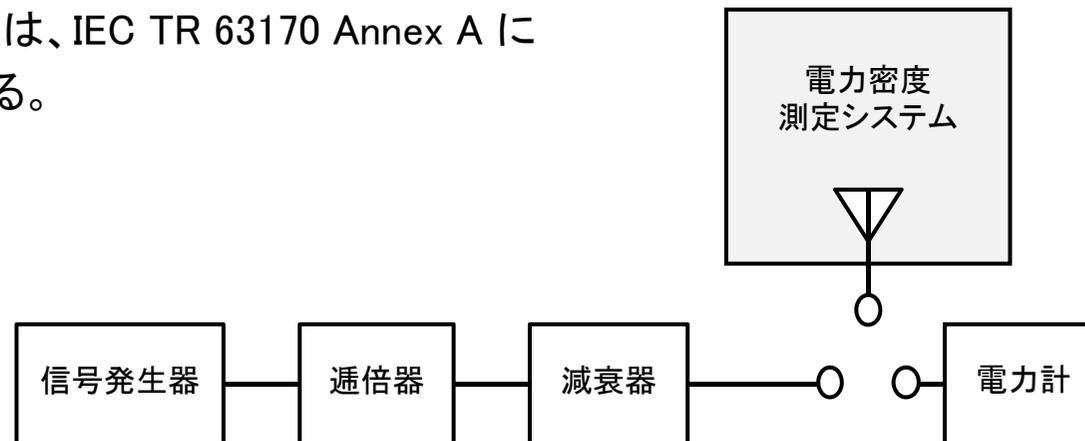


図 測定系統図

総合評価試験の評価基準

■ 評価基準(適合)

- 具体的な規定がない。

表 標準アンテナの目標値(30 GHz, 0 dBm入力電力に規格化)

アンテナ	離隔距離 [mm]	最大電力密度 [W/m ²]	最大空間平均電力密度 (1 cm ² 当たり) [W/m ²]	最大空間平均電力密度 (4 cm ² 当たり) [W/m ²]
キャビティ給電 ダイポールアレー	2	4.32	1.28	0.98
	5	2.77	1.17	0.81
	10	2.64	1.43	0.64
	20	1.73	1.22	0.54
スロットアレー付き ピラミッド型ホーン	2	2.93	1.83	1.36
	5	2.60	1.64	1.27
	10	1.85	1.47	1.22
	20	1.44	1.19	0.98

注. 平均化面積は、現時点では円形領域で規定されている。

[IEC TR 63170 Table B.2, Table B.5]

総合評価試験 (SAR測定システム)

■ 参考 IEC 62209-2 Annex B.3.5

各項目について、評価基準(適合)の規定がある。

- SAR評価
標準ダイポールを用いた評価(数値計算結果と比較)
- 外挿手順
垂直軸上等の評価(数値計算結果と比較)
- プロブの直線性
異なる電力レベルの評価
- 変調応答
変調信号を用いた評価
- プロブの軸等方性
プロブの軸周りの評価

測定不確かさ (1)

■ 測定システムに起因する要素(一例)

- 測定システムの較正
- プロブの補正(受信特性)
- プロブの等方性
- 多重反射
- 測定システムの直線性
- プロブの位置決め
- センサの位置
- 振幅及び位相のドリフト
- 振幅及び位相の雑音
- データの空間分解能
- 測定範囲の打ち切り
- 再構築アルゴリズム

■ DUTと測定環境に起因する要素(一例)

- DUTとプロブの結合
- 変調応答
- 積分時間
- DUTの位置決め
- RF 環境条件
- 測定システムの耐性 / 二次受信
- DUTのドリフト

■ 評価基準

- 具体的な規定がない。

(参考: SAR測定)

拡張不確かさ 30%以下

測定不確かさ (2)

■ 測定システムの較正

プローブ及びその読み出し機器の較正手法に対して評価する。

■ プローブの補正(受信特性)

空間のある点で電磁界を測定する場合において、理想的プローブに対する物理的プローブの受信特性の差を評価する。プローブの寸法に対して電磁界が大きく変動するような波源近傍で特に重要である。

■ プローブの等方性

任意の電磁界の偏波面に対するプローブ応答を評価する。

■ 多重反射

プローブによる散乱の影響を評価する。周波数、プローブの構造、DUTとプローブの距離等に依存する。

■ 測定システムの直線性

測定システムで可能な測定範囲にわたって電力密度を測定し、直線性からの最大の差を評価する。

■ プローブの位置決め

機械的制約によるプローブの位置決め精度と再現性を評価する。

■ センサの位置

プローブの製造におけるセンサの位置の公差を評価する。

測定不確かさ (3)

■ 振幅及び位相のドリフト

電力密度測定における測定システムの短期間(例 数分、数時間)及び長期間(例 数日、数か月)のドリフトを評価する。短期間のドリフトは、機器の加熱、電磁干渉、周囲条件の変化等の影響によって引き起こされる。長期間のドリフトは、増幅器の安定性、プローブ及び関連する測定機器の変動等によって引き起こされる。

■ 振幅及び位相の雑音

測定システムの構成部品による雑音を評価する。

■ データの空間分解能

測定システムの製造者が指定する空間分解能に基づいて評価する。

■ 測定領域の切り捨て

電力密度測定の確度を維持するために、測定システムの製造者が規定した必要な電磁界分布を取得する測定手法に基づいて評価する。

■ 再構成アルゴリズム

測定面の電磁界分布から評価面での電力密度分布を再構築するときのエラーを評価する。一般的に、測定システムの製造者が、実装したアルゴリズムに基づいて決定する。

■ DUTとプローブの結合

プローブの多重反射や負荷変動により、DUTの出力電力が変動する可能性のあるため、プローブがある場合とない場合の差を評価する。

測定不確かさ (4)

■ 変調応答

同じ出力電力において、変調信号の場合と無変調信号の場合で電力密度の差を評価する。

■ 積分時間

測定信号が連続波でない場合において、測定システムの検出機器の積分時間と離散サンプリング間隔が測定信号のパルス特性と同期していないとき、各測定点においてRFエネルギーは正確に検出できない。選択した積分時間の場合と非常に長い積分時間の場合で電力密度の差で評価する。

■ DUTの位置決め

DUTを固定して位置決めするために使用する保持器等の機械的公差に起因する。異なる機械的公差に対して、電力密度測定を繰り返すことによって評価する。

■ 環境条件

DUTを測定する時と同じ構成品の測定システムを使用し、DUTのRF電源は停止した状態で電力密度測定を行うことによって評価する。

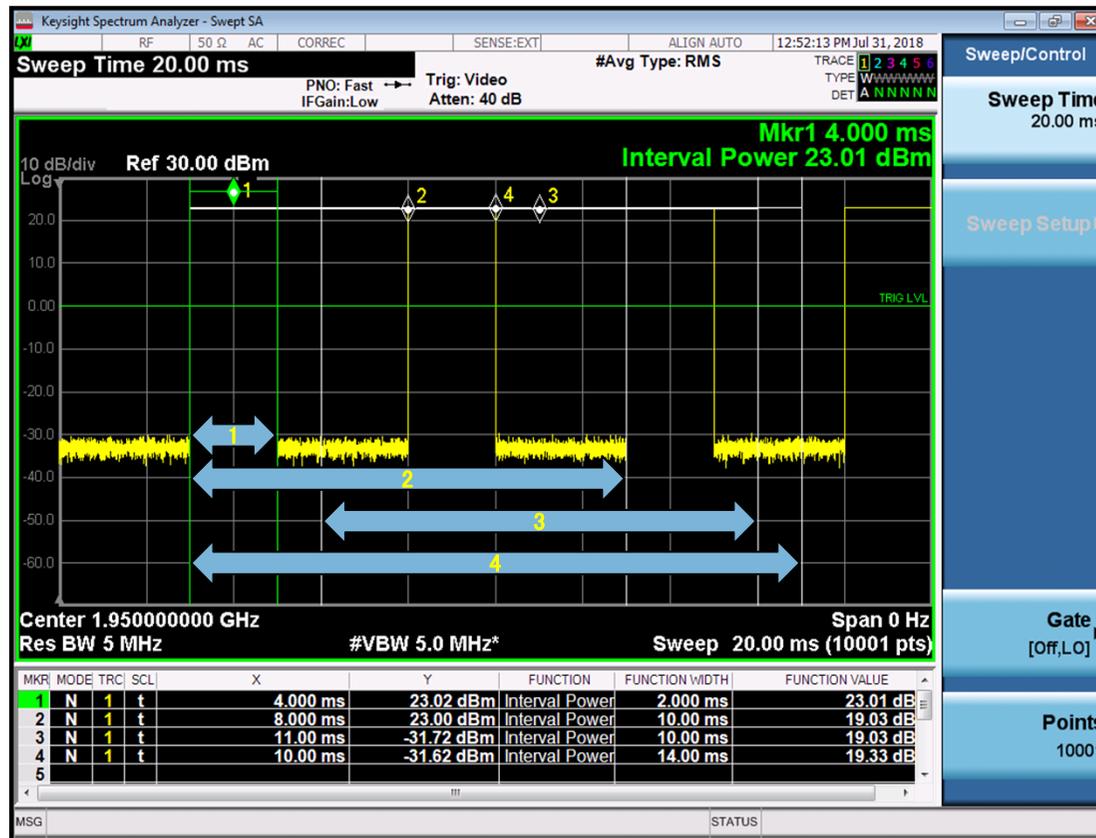
■ 測定システムの耐性 / 二次受信

測定中、測定システムのセンサ以外で電磁界を検出することがある。特定の試験位置で標準波源を使用し、測定に使用するプローブの電磁界の検出機能を遮断して測定を行うことによって評価する。

■ DUTのドリフト

測定プロセスにおいて、開始時と終了時の基準の測定値を比較することによって評価する。

空中線電力の積分時間 (1)



マーカ 1 23.01dBm (= 200mW)

3ms~5ms: 2ms区間

マーカ 2 19.03dBm (= 80mW)

3ms~13ms: 10ms区間

(19.03dBm = 23.01dBm -3.98dB)

(80mW = 200mW * 4ms / 10ms)

マーカ 3 19.03dBm (= 80mW)

6ms~16ms : 10ms区間

マーカ 4 19.33dBm (= 86mW)

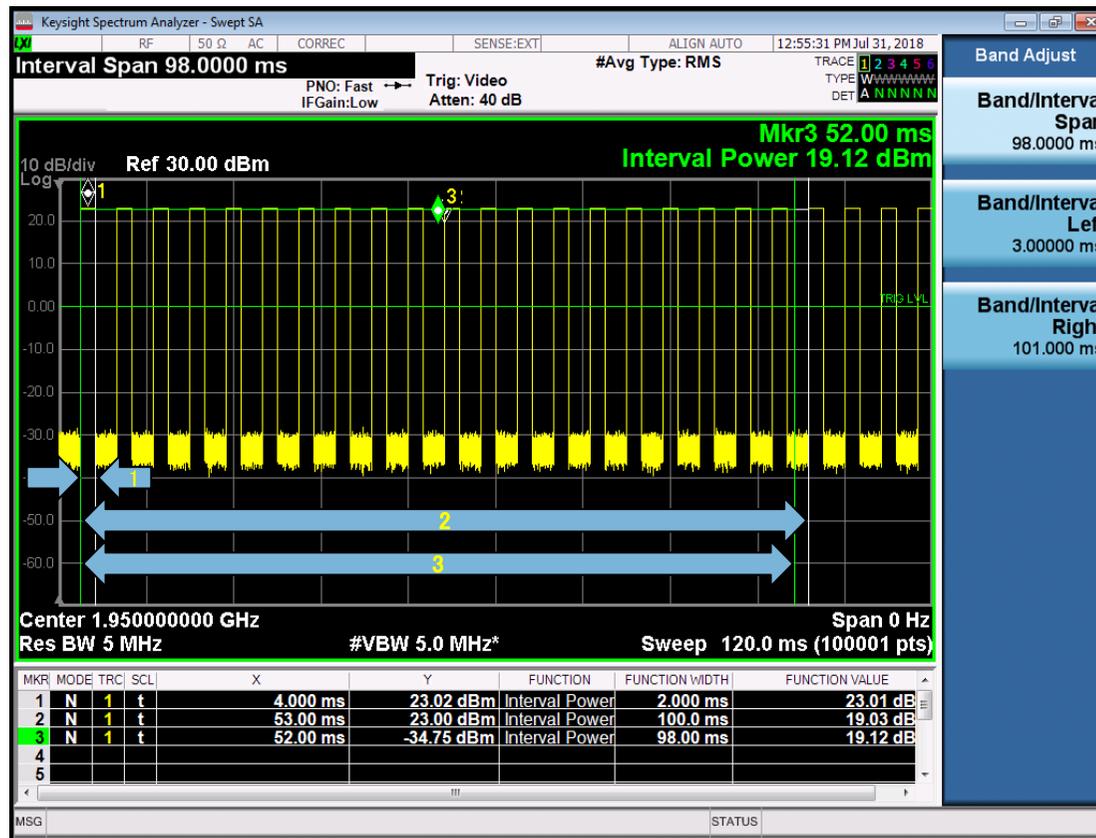
3ms~17ms : 14ms区間

(86mW = 200mW * 6ms / 14ms)

図 バースト波形 (掃引時間: 20ms)

(バースト周期: 10ms, バースト時間: 2ms * 2, デューティ比: 4/10 (= -3.98dB))

空中線電力の積分時間 (2)



マーカ 1 23.01dBm (= 200mW)

3ms~5ms : 2ms 区間

マーカ 2 19.03dBm (= 80mW)

3ms~103ms : 100ms 区間

(19.03dBm = 23.01dBm -3.98dB)

(80mW = 200mW * 40ms / 100ms)

マーカ 3 19.12dBm (= 82mW)

3ms~101ms : 98ms 区間

(82mW = 200mW * 40ms / 98ms)

図 バースト波形 (掃引時間:120ms)

(バースト周期:10ms, バースト時間:2ms * 2, デューティ比:4/10 (= -3.98dB))