



J C S S

不確かさの見積もりに関するガイド

【30 dB 設定での同軸ステップ減衰器】

登録に係る区分： 電気(高周波)及び電磁界
校正手法の区分の呼称： 高周波測定器等

(第7版)

改正：令和4年1月20日

独立行政法人製品評価技術基盤機構
認定センター

この指針に関する全ての著作権は、独立行政法人製品評価技術基盤機構に属します。この指針の一部転用は、電子的・機械的(転写)な方法を含め独立行政法人製品評価技術基盤機構認定センターの許可なしに利用することはできません。

発行所 独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター (IAJapan)

住所 〒151-0066 東京都渋谷区西原二丁目 49-10

TEL 03-3481-1921(代)

FAX 03-3481-1937

E-mail jcss@nite.go.jp

Web page <https://www.nite.go.jp/iajapan/jcss/index.html>

目 次

1.	はじめに	4
2.	測定システムの概要	4
3.	被校正減衰器の減衰量	4
4.	標準減衰器	5
5.	標準減衰器に対する経年変化の補正值	5
6.	不整合損失	5
7.	漏れ信号の影響	6
8.	相関	6
9.	Lp	6
10.	不確かさのバジェット	7
11.	拡張不確かさ	7
12.	報告結果	7
13.	参考文献	7

JCSS

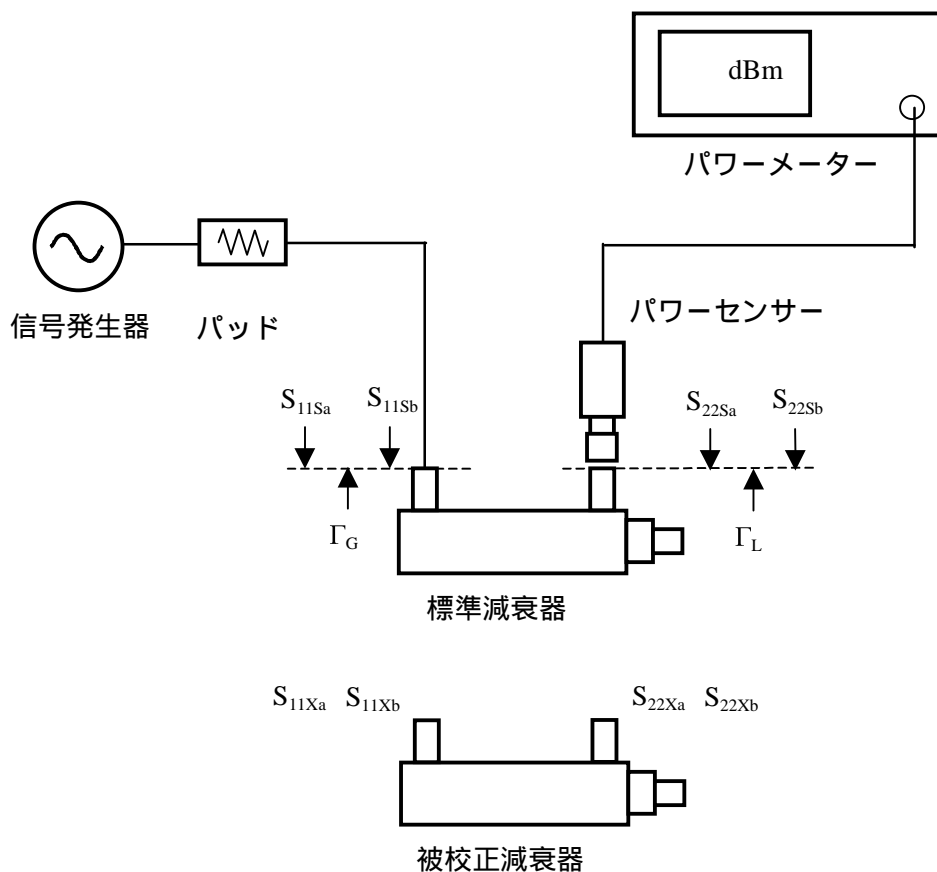
不確かさの見積りに関するガイド

【30 dB 設定での同軸ステップ減衰器の校正】

1. はじめに:

被校正減衰器は、減衰量の設定が可能な同軸ステップ減衰器とする。この被校正減衰器の 10 GHz における 30 dB の減衰量の値は、0 dB に設定した減衰量と 30 dB に設定した減衰量の差として定義される。減衰量測定システムは、標準減衰器として減衰量が校正された同軸ステップ減衰器、信号発生器、信号発生器と減衰器の不整合損を減少させるパッド及び電力を測定するパワーセンサ / パワーメータからなる。測定は標準減衰器と被校正減衰器を取り替え、標準減衰器を通過した高周波電力と被校正減衰器を通過した高周波電力の比較を行うことにより行う。

2. 測定システムの概要



3. 被校正減衰器の減衰量:

被校正減衰器の減衰量 L_X は次の関係から得られる。

$$L_X = (L_S + L_D) + L_P + L_M + L_K \quad (1)$$

ここで:

- L_S - 標準減衰器の減衰量
- L_D - 経年変化による最終校正以来の標準減衰器の減衰量への補正值
- L_M - 不整合損失

ただし、

$$L_M = L_{MX} - L_{MS} \quad (2)$$

- L_{MS} - 標準減衰器が接続されている時の不整合
- L_{MX} - 被校正減衰器が接続されている時の不整合

- L_K - 漏れ信号の影響

L_p は次式から求められる。

$$L_p = \left| L_{pX30} - L_{pX0} \right| - \left| L_{pS30} - L_{pS0} \right| \quad (3)$$

ただし、

- L_{pS0} - 標準減衰器を 0 dB に設定した時のパワーメータの指示値(dBm)
- L_{pS30} - 標準減衰器を 30 dB に設定した時のパワーメータの指示値(dBm)
- L_{pX0} - 被校正減衰器を 0 dB に設定した時のパワーメータの指示値(dBm)
- L_{pX30} - 被校正減衰器を 30 dB に設定した時のパワーメータの指示値(dBm)

4. 標準減衰器 (L_S):

標準減衰器に対する校正証明書には、0.005 dB の拡張不確かさ(包含係数 $k=2$)で、30.000 dB 設定の 10 GHz における減衰量は 30.003 dB と記載されている。

5. 標準減衰器に対する経年変化の補正值 (L_D):

標準減衰器の減衰量の経年変化は、その校正履歴よりゼロであり、限界値 ± 0.002 dB であると推定される。

6. 不整合損失 (L_M):

信号源とパワーセンサの反射係数の絶対値と標準減衰器の S パラメータの絶対値は測定されたが、位相は未知のままである。位相の情報がないと不整合誤差の補正はできないが、整合の不完全な知識による標準不確かさ $u(L_M)$ (dB で)は、文献[1]等に示される関係から推測される:

$$u(L_M) = \sqrt{u(L_{MS})^2 + u(L_{MX})^2} \quad (4)$$

$$u(L_{MS,X}) = \frac{8.686}{\sqrt{2}} \sqrt{|T_G|^2(|S_{11a}|^2 + |S_{11b}|^2) + |T_L|^2(|S_{22a}|^2 + |S_{22b}|^2) + |T_G|^2|T_L|^2(|S_{21a}|^4 + |S_{21b}|^4)} \quad (5)$$

但し、

$u(L_{MS})$ - 標準減衰器が接続されている時の不整合の標準不確かさ

$u(L_{MX})$ - 被校正減衰器が接続されている時の不整合の標準不確かさ

(5)式の各項の不整合の標準不確かさはU型分布と仮定して求められたが、不整合損失の標準不確かさは(4)、(5)式を用いてそれらを合成したものである。比較的大きな標準不確かさを持つものが複数存在している場合には、その分布は正規分布と仮定することができる(文献[1])。

信号源とパワーセンサ反射係数は、次のようであった。

$$\Gamma_L = 0.03, \Gamma_G = 0.03$$

標準減衰器および被校正減衰器の 10 GHz における S パラメータは、それぞれ次のようであった。

標準減衰器の 10 GHz における S パラメータ

	0 dB	30 dB
S_{11S}	0.04	0.08
S_{22S}	0.01	0.01
S_{21S}	0.96	0.031

被校正減衰器の 10 GHz における S パラメータ

	0 dB	30 dB
S_{11X}	0.05	0.09
S_{22X}	0.01	0.01
S_{21X}	0.95	0.031

$u(L_{MS})=0.017$ dB, $u(L_{MX})=0.020$ dB, $u(L_M)=0.026$ dB になった。

7. 漏れ信号の影響 (L_k):

漏れ信号は、0 dB 設定での測定より、測定信号より 100 dB 以下と推定されている。漏れ信号の影響は、このことから 30 dB 設定で ± 0.003 dB の範囲内と推定される。

8. 相関:

いずれの入力量も意味のあるほど相関を有するとみなされない。

9. L_p :

L_{pS0} , L_{pS30} , L_{pX0} , L_{pX30} の4回の測定から求められる。

	標準減衰器		被校正減衰器		L_p
	L_{pS0}	L_{pS30}	L_{pX0}	L_{pX30}	
1	0.001 dBm	-30.007 dBm	0.000 dBm	-30.009 dBm	0.001 dB
2	0.002 dBm	-30.004 dBm	0.001 dBm	-30.011 dBm	0.006 dB
3	0.002 dBm	-30.005 dBm	0.002 dBm	-30.008 dBm	0.003 dB
4	0.001 dBm	-30.004 dBm	0.001 dBm	-30.009 dBm	0.005 dB

平均 $\bar{L}_p = 0.0038 \text{ dB}$

実験標準偏差 $s(L_p) = 0.0022 \text{ dB}$

標準不確かさ $u(L_p) = s(\bar{L}_p) = \frac{0.0022 \text{ dB}}{\sqrt{4}} = 0.0011 \text{ dB}$

備考: L_{pS0} と L_{pX0} の測定、及び L_{pS30} と L_{pX30} の測定は、それぞれ同じレンジで行われるので、パワーメータのレンジの違いによる影響は無視できる。また、同じレンジ内におけるレベル変化測定の不確かさは、標準減衰器の 30 dB, 31 dB による校正から、0.001 dBm/dB 以下なので、減衰量の変化が 0.01 dB 以下の測定ではこの影響は無視できる大きさである。

10. 不確かさのバジェット (L_x):

量 X_i	推定値 x_i	標準不確かさ $u(x_i)$	確率分布	感度係数 c_i	不確かさの寄与 $u_i(y)$
L_s	30.003 dB	0.0025 dB	正規	1.0	0.0025 dB
L_D	0 dB	0.0012 dB	矩形	1.0	0.0012 dB
L_p	0.004 dB	0.0011 dB	t	1.0	0.0011 dB
L_M	0 dB	0.026 dB	正規	1.0	0.026 dB
L_K	0 dB	0.0017 dB	矩形	1.0	0.0017 dB
	30.007 dB				0.026 dB

11. 拡張不確かさ:

$$U = k \times u(L_x) = 2 \times 0.026 \text{ dB} = 0.052 \text{ dB}$$

12. 報告結果:

10 GHz での 30 dB 設定に対するステップ減衰器の測定値は(30.007 ± 0.052) dB である。報告された測定の拡張不確かさは、標準不確かさに包含係数 $k=2$ を乗じて得られ、正規分布に対し約 95 %の包含確率に対応する。

13. 参考文献:

[1] Harris, I.A.; Warner, F.L.: Re-examination of mismatch uncertainty when measuring microwave power and attenuation. In: IEE Proc., Vol.128, Pt. H, No. 1, Febr.1981