

計測初心者のための入門コラム： わかりませんの人たち集まれ～

第8回 「dB(デシベル)とは？その3」

前回、前々回と dB(デシベル)について用語説明と、電力利得(電力比)と電圧利得(電圧比)で、真数への変換計算が異なることを説明してきました。今回は初心者のための dB 編の最終回として、dB を使う上でのメリットをいくつか紹介し、何故計測結果の報告として dB が使用されているのかを説明いたします。なお今回の説明に関しては、比較的多用されている電圧比の計算方法を用いることにします。

< dB を使う上でのメリット >

1) 計測値の読み間違いリスクを減らせる

dB を使用すると少ない桁数で大きな値を表すことが出来ます。通常人間が間違いなく扱える数値の桁数は 3 桁ないし 4 桁とされています。例えば、キャッシュカードやクレジットカードの暗証番号数字が 4 桁であることや、電話番号も市外局番、市内局番、個別番号間も-(ハイフン)で少ない桁数に分割されていることなどが挙げられます。

実際の計測では、1 万倍や 100 万倍などといった、桁数の大きな結果になることも珍しくありません。このような大きな桁数の数字を dB 表記にすることで、少ない桁数で結果を表記することができます。例えば、1～10,000,000,000(100億)倍 dB 表記を 0～200dB にて表すことができます。

前回説明したように、 $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ を電圧利得(真数)、その dB 値を L とすると、以下の関係式となります。

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 10^{\frac{L}{20}} \quad (式1)$$

■ $L = 200\text{dB}$ の場合、

電圧利得の真数 $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ は、 $10^{(200/20)}=10^{10}=10,000,000,000(100 \text{ 億})$

■ $L = -200\text{dB}$ の場合、

電圧利得の真数 $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ は、 $10^{(-200/20)}=10^{-10}=1/10,000,000,000(1/100 \text{ 億})$

となり、1/100 億という非常に小さな数字から 100 億という非常に大きな数字を-200～200(dB)という 3 桁の数字で扱うことができるので、計測時の値の読み間違い等を防ぐことにもつながります。

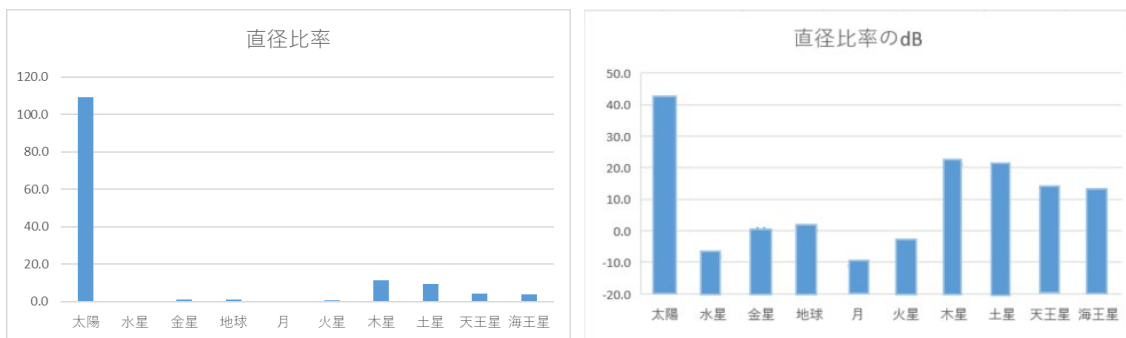
2) スケールが大きく異なる数値でも同じグラフ上で比較しやすくなる

計測結果の値の差が数倍～数十倍程度であれば、棒グラフなどで同じグラフ上に表示することで、その大小関係を比較することができます。しかし、比較するデータがあるデータの100倍を超えるようなデータであった場合、真数グラフでは同じスケールでその大小関係を正確に比較することが難しくなります。このようなケースでも、dB 値に変換してグラフ化することで、それらの大小関係について比較しやすくなる、というメリットがあります。

例として、太陽系の星の大きさでこれを説明します。

表 1. 太陽系の星の大きさ(直径)と、地球を基準とした、各星の直径比率

	太陽	水星	金星	地球	月	火星	木星	土星	天王星	海王星
直径(km)	1,392,700	4,880	12,100	12,760	3,570	6,790	142,980	120,540	51,120	49,530
直径比率	109.1	0.4	0.9	1.0	0.3	0.5	11.2	9.4	4.0	3.9
直径比率のdB	40.8	-8.3	-0.5	0.0	-11.1	-5.5	21.0	19.5	12.1	11.8



グラフ1. 地球を基準とした各星の直径比率

(左:直径比率のグラフ 右:直径比率の dB 表示グラフ)

表1は各星の大きさ(直径)と、地球を基準とした場合の直径比率、およびその dB 値を表しています。グラフ1はそれらを棒グラフで表したものです。

太陽系では太陽が桁外れに大きいため、真数グラフ(左)では、太陽の大きさの1/100以下の地球などはほぼゼロ付近のグラフになってしまいます。一方、dB グラフ(右)では太陽の大きさの約1/300の大きさである月も、同じスケールのグラフ上に表現することができます。実際の計測でも、このような100倍を超えるようなデータを比較するケースは少なくありません。このような場合、真数をdB値に変換した上でデータを比較することで、その大小が比較しやすくなります。

音や振動などの周波数分析を行う際に使われるFFTアナライザにおいて、パワースペクトルのグラフがよく用いられますが、この時のリニア表示とログ表示の関係もこれと同じです。

3) 積算・除算の概略計算が楽

dB 計算では、掛け算が足し算で、割り算が引き算になります。一体何のことか、と思われる読者の方も多いかと思います。簡単に記載すると、以下の通りです。

- 真数の積を求める場合は、その dB 値の和を計算する
- 真数の商を求める場合は、その dB 値の差を計算する

前回のコラム(dB とは？その2)では電力利得、電圧利得の説明で dB 値と電力比、電圧比の関係を説明しました(表 2)。今回もこの表を用い、検証していきます。

表2. dB(デシベル)値とそれに対する真数値(電力比と電圧比)の関係

dB値	-20	-6.02	0	3.01	6.02	10	20	30	40
電力比	0.01	0.25	1	2	4	10	100	1,000	10,000
電圧比	0.1	0.5	1	1.41	2	3.16	10	31.6	100

まずは真数の掛け算です。

電圧比 3.16 倍と 10 倍の積を求めると $3.16 \times 10 = 31.6$

同じ計算を dB 値で行うと、和を計算することになるので $10(\text{dB}) + 20(\text{dB}) = 30(\text{dB})$

表 2 を確認していただくと分かるように、31.6 の電圧比は 30dB に相当します。

続いて真数の割り算です。

電圧比 100 倍と 10 倍の商を求めると $100 \div 10 = 10$

同じ計算を dB 値で行うと、差を計算することになるので $40(\text{dB}) - 20(\text{dB}) = 20(\text{dB})$

表 2 を確認していただくと分かるように、10 の電圧比は 20dB に相当します。

更に、電圧比で 20dB は 10 倍、10dB は約 3 倍、6dB は 2 倍、と個別に覚えておくと、dB 値から真数に変換する時に、簡易的な計算が楽にできるようになります。

例えば 26dB は、 $26(\text{dB}) = 20(\text{dB}) + 6(\text{dB})$ なので、真数計算では 10 倍 × 2 倍 で基準の 20 倍と換算出来ます。同様に 58 dB の場合、 $58(\text{dB}) = 20(\text{dB}) + 20(\text{dB}) + 6(\text{dB}) + 6(\text{dB}) + 6(\text{dB})$ と分解後、10 倍 × 10 倍 × 2 倍 × 2 倍 × 2 倍 と置き換えて、基準の 800 倍と、真数を簡単に計算することができます。

最近では、伝達系やサーボ制御系の分野において、この計算がよく用いられます。

例えば、伝達系1が 20dB(10 倍)のゲインを持ち、伝達系2が 14dB(5倍)であるとする、2つの伝達系をシリーズ(直列)接続する場合のゲインは、 $20(\text{dB}) + 14(\text{dB}) = 34(\text{dB})$ と簡単に求めることができます。

残念ながら、dB の加算(足し算)、減算(引き算)に関しては、上述のような便利な簡易計算方法はなく、真数に換算してから計算するしかありません。しかしながら、dB が考案された今から 100 年前では、現在の関数電卓や PC 使用など全く想像出来ない状況で、積算(掛け算)、除算(割り算)だけでも簡便に出来る dB は、当時の研究者の自尊心をくすぐるものだったはずです。

今回は dB 入門基礎編の最終回として、dB の有効性について説明してきました。
本コラムで説明させていただいた内容は、ほんのとぼ口でしかありません。
読者の皆様には本コラムにより、これまで以上に dB に興味を持っていただき、知識を深めて
いただければ幸いです。下記は当社の dB についての技術レポートと以前の計測コラムの紹
介です。資料としてご参照願います。

(KH)

【参考】

小野測器技術レポート「dB(デシベル)とは」

https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/decibel/index.htm

小野測器計測コラム「dB(デシベル)について」

https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/eMM_back/04_12_24.htm#M_column