

次世代パワーアンプ

- 小野寺 康幸
- e電子工房
 - <http://einstlab.web.fc2.com>

半分冗談(常識、先入観)

- ここからの話は半分冗談と思って聞いてください。
- まじめに聞かないでください。
- 「ほんまでっか」という暖かい目でみてください。
- 質問
 - 鎌倉幕府の成立年度は？(1192年ではありません)
 - 「確信犯」の意味は？(正解率15%、文部省)
 - 知らないフリして、わざと行うことではありません。
 - 誤用が多く、辞書にも掲載されようとしています(誤用の定着)。
- 世の中には常識が誤っていることもあります。

事前知識

- スピーカーの音量は電力に比例します。
- これは科学的な事実です。
- スピーカーが空気を振動させる仕事量に応じて音量が決まります。
 - スピーカーが大きな仕事をすれば大きな音が発生します。
 - 太鼓で大きな音を出すには、大きな力が必要ですよね。
 - 同じことです。
- 電気の世界の仕事＝電力です。
- ですからスピーカーの駆動に電力増幅器を必要としています。

次世代パワーアンプとは

- それは**電力増幅器**であり、**パワーアンプ**だからです。
- 当たり前前と思ったあなた、正しいです。
- 電力増幅器は**入力電圧**の2乗に比例した**電力を出力**
- 負荷に影響されず、**電力**を出力する回路。
- 電力を出力することが目的

従来のパワーアンプとは

- 質問です。現在主流のパワーアンプは？
 - 答えは**電圧増幅器**であり、**ボルテージ・アンプ**です。
- 電圧増幅器とは**入力電圧**に比例した**電圧を出力**
- インピーダンスの低い負荷でも強かに電圧駆動できるようにしただけ。
- 負荷に影響されず**電圧**を出力する回路
- 電圧を出力することが目的

電力増幅器と電圧増幅器

- 何を出力するのかの違い

電圧増幅器 → 電圧

電力増幅器 → 電力

パワー＝電力

- 電力とは

$$P = IV = \frac{V^2}{R}$$

- たとえば

- 出力電圧 $V=2.83\text{V}$
- スピーカーのインピーダンス $R=8\Omega$ なら
- $P=2.83 \times 2.83 \div 8 = 1\text{W}$

※正確には交流のインピーダンスをZと表現しますが、ここでは細かいことを忘れてください。

※交流においても実効値を使うことでオームの法則が成立します。⁷

電力増幅器 ≠ 電圧増幅器

- 本当は電力増幅器と電圧増幅器は別物です。
- 電圧増幅器もインピーダンス R が変化しなければ、電力増幅器と同じ動作をします。
- 電圧増幅器をパワーアンプに代用しているだけです。

- 定格連続平均出力 (20~20,000Hz間,
ステレオ仕様時
(両チャンネル同時動作)

360W/ch	2Ω負荷
180W/ch	4Ω負荷
90W/ch	8Ω負荷

アンプのカタログ例
出力電力が負荷に影響されている
これは電圧増幅器

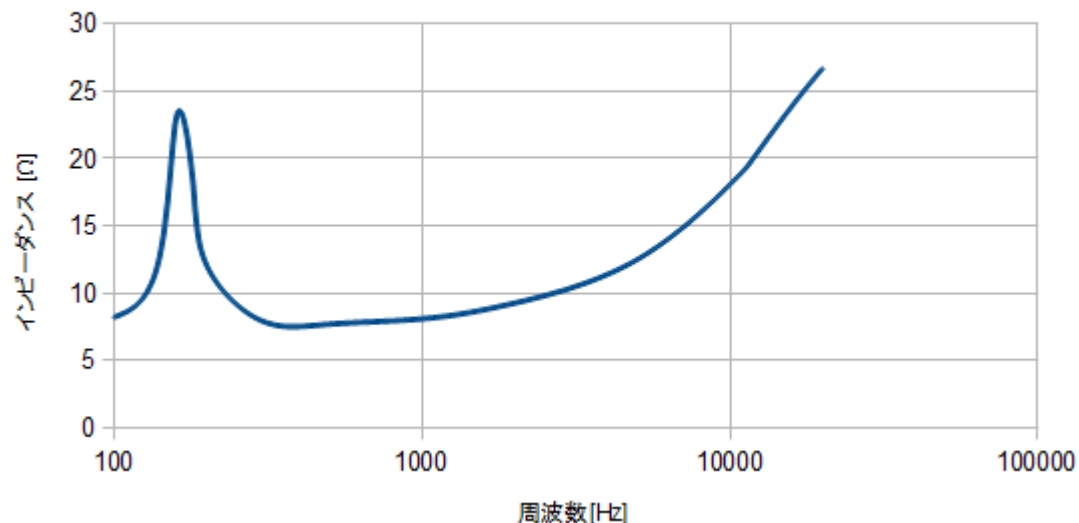
どこかで聞いたような

- 芝エビ ≠ バナメイエビ
- 牛肉 ≠ 牛脂注入加工肉
- 車エビ ≠ ブラックタイガー
- 伊勢エビ ≠ ロブスター
- 九条ネギ ≠ 青ネギ、白ネギ
- フレッシュジュース ≠ 濃縮還元ジュース
- 果汁100%ジュース ≠ 果汁30%ジュース

従来のパワーアンプ

- 電圧増幅器はスピーカーのインピーダンス固定を前提
 - $P=2.83 \times 2.83 \div 8 = 1W$
- ところがスピーカーのインピーダンスは可変
 - 8Ω固定ではない

スピーカーのインピーダンス特性

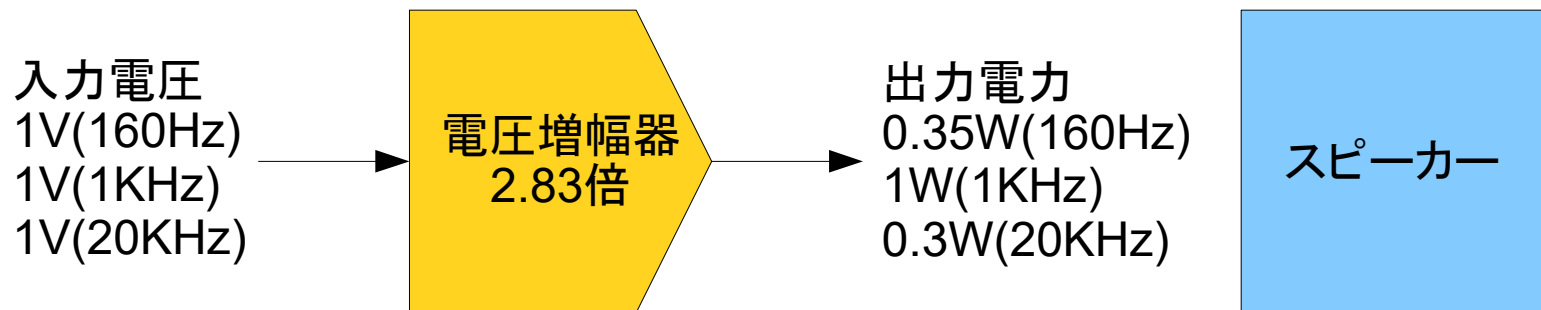


従来のパワーアンプ

- たとえば
 - 160Hzのときのインピーダンスは 23Ω
 - 1KHzのときのインピーダンスは 8Ω
 - 20KHzのときのインピーダンスは 27Ω
- $V=2.83[V]$ ときの電力 $P=V \times V \div R$ は
 - 160Hzのとき $0.35W$
 - 1KHzのとき $1W$
 - 20KHzのとき $0.3W$
- 周波数によって出力電力が変動!
 - 低音不足、高音不足に。

従来のパワーアンプ

- 入力電圧が一定でも出力電力が変動
 - 入力電圧が一定でも周波数によって音量が変動する。
 - ボリュームを動かしていないのに音量が変動する。



- 低音、中音、高音を単体で入力しても、同時に入力しても同じ現象が発生します。
- 低音、中音、高音の3つを例にしていますが、どの周波数でも、単体でも複数同時でも理屈(理論)は同じです。

スピーカーの音量

- スピーカーの音量は電力で決まる
 - 1Wより10Wの方が大きい。
 - スピーカーの動作原理はモーターと同じ。
 - 音量は電力に比例する。(音量は仕事量に比例する)

カタログ例
dB/W/(1m)

- スピーカーの特性は電力基準

- 入力1Wで正面1mで計測
- JIS規格で定められている。
- 電圧増幅器を基準にスピーカーの特性が計測されているはずというのは都市伝説。
- 正しい電力がスピーカーに入力されないとスピーカーの性能を発揮できない。

形式	10cmコーン形フルレンジ
インピーダンス	8Ω
最低共振周波数	82Hz
再生周波数帯域	f0~ 16kHz
出力音圧レベル	88dB/W(1m)

スピーカーの特性は電力基準で測定

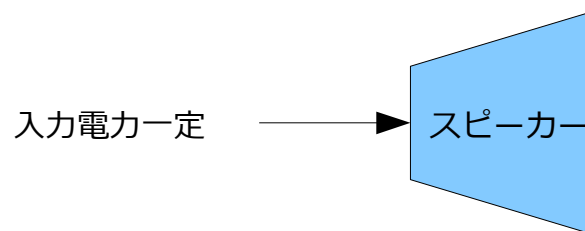
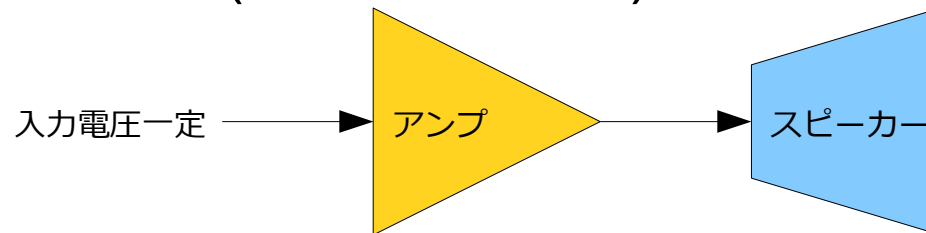
- そんなはずはない、電圧基準で測定されているはずだという声をよく聞きます。
- 電力基準(1W, 1m)で測定されている根拠を示します。
- JEITAという業界団体が採用している測定方法です。
 - 大手オーディオメーカーが会員です。
- JEITAの測定方法はJIS C5532を基本にしています。
- JIS C5532は国際電気標準会議IEC 60268-5を基本にしています。

スピーカの周波数特性の測定方法

- 電子情報技術産業協会規格
- JEITA RC-8124B スピーカシステム
- <http://www.jeita.or.jp/japanese/standard/book/RC-8124B/#page=13>
- JEITA RC-8124Bからの引用
 - 8.4 周波数レスポンス
 - 測定は、自由音場又は半自由音場で行う。ただし、半自由音場で測定した場合は、測定結果に明示する。
 - 8.4.1 正弦波法
 - 図5により、**1Wに相当する電圧**の正弦波を加え、スピーカシステムの**基準軸上1m**の距離における音圧レベル周波数特性を記録測定する。

測定目的に注意

- 「システムとしての周波数特性」
 - 音は電圧として記録されているので、「アンプの入力は電圧基準」
- 「スピーカー単体の周波数特性」
 - 動作原理上、スピーカーの音は電力に比例するので、「スピーカーの入力は電力基準」
- アンプが電力増幅器(電圧電力変換)であれば整合性が取れる。



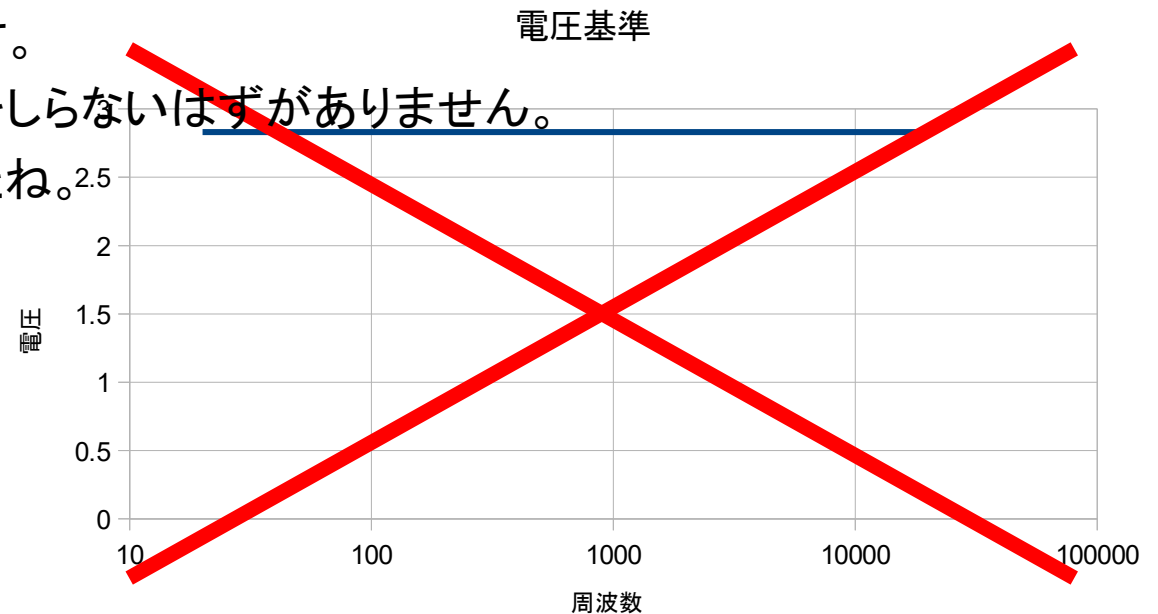
解釈の違い

- 「1Wに相当する電圧」を定格インピーダンス8Ω固定を前提に2.83V固定で測定すると「電圧基準」です。

- インピーダンスが8Ωではない周波数で「1Wに相当する電圧」が加えられていません。
- 定格インピーダンスで1Wになるように電圧を固定するとは書いていません。

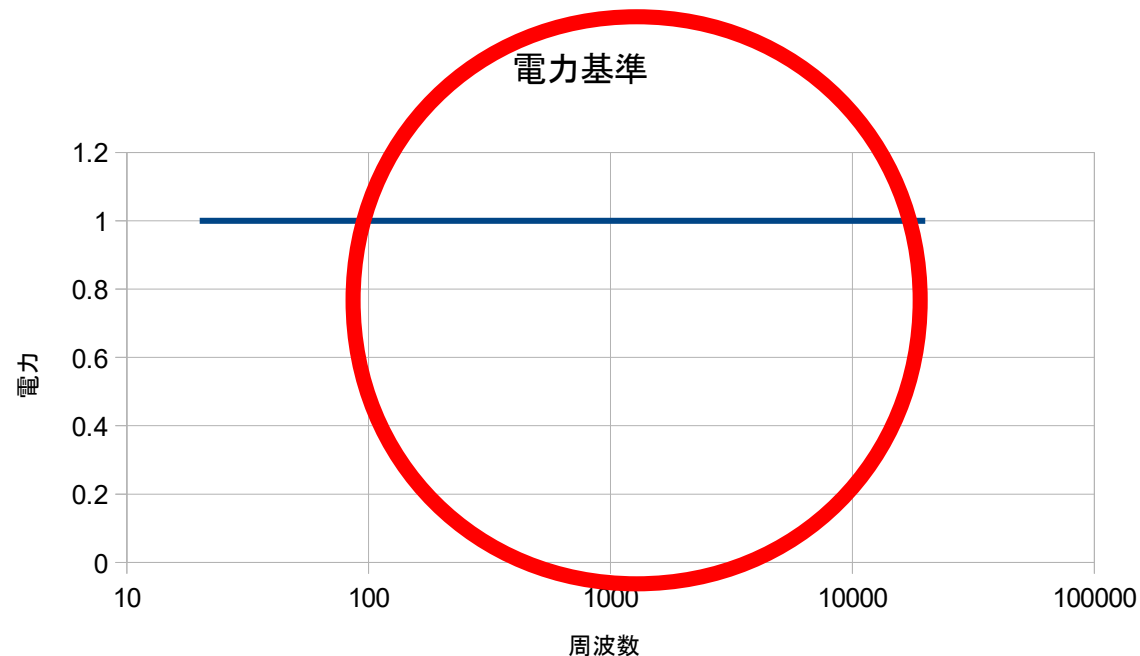
- 厳密には解釈の誤りです。

- 簡易的あるいはアマチュア的には許されるかもしれませんが。
- しかし専門家なら測定違反です。
- 専門家がインピーダンス変動をしらないはずがありません。
- 燃費測定不正なんてありましたね。



解釈の違い

- 「1Wに相当する電圧」をインピーダンス可変を前提にすると「電力基準」です。
- 現実にインピーダンスが変動するので、これが正しい解釈です。



補足

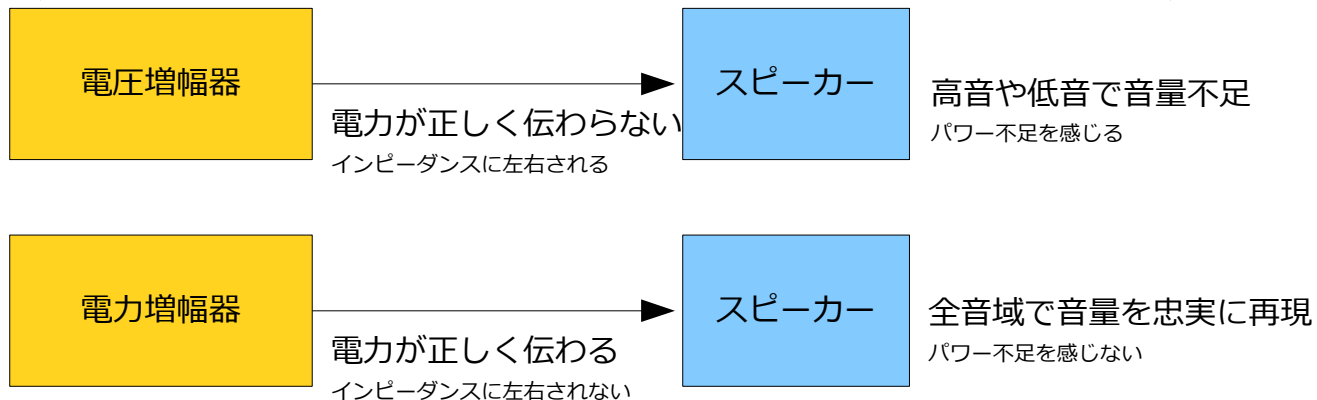
- ややこしくなるので詳細は省き、紹介だけにします。
- スピーカーの周波数特性の測定方法は一つではなくいくつかの方法があります。
- 最近では短時間に測定する方法として**ピンクノイズを利用した方法**があります。
- **ピンクノイズ**とは**オクターブ単位でエネルギー(=電力)が一定**になるノイズです。基準は電圧ではありません。
- この方法でもやはり電力基準で測定します。

ここまでのまとめ

- スピーカーの音量は電力に比例する。
 - スピーカーが音を出す仕事をする。
 - 音量はスピーカーの仕事量に比例する。
- だからスピーカーの駆動には**パワーアンプ**が必要。
- 必要とされるのは、**パワーアンプ(電力増幅器)**であって、**ボルテージ・アンプ(電圧増幅器)**ではない。
- スピーカーの特性は電力基準(1W, 1m)で測定されている。
 - 音圧レベル(SPL sound pressure level)
 - 周波数特性(frequency response, dB SPL@1W, 1m)

次世代パワーアンプ

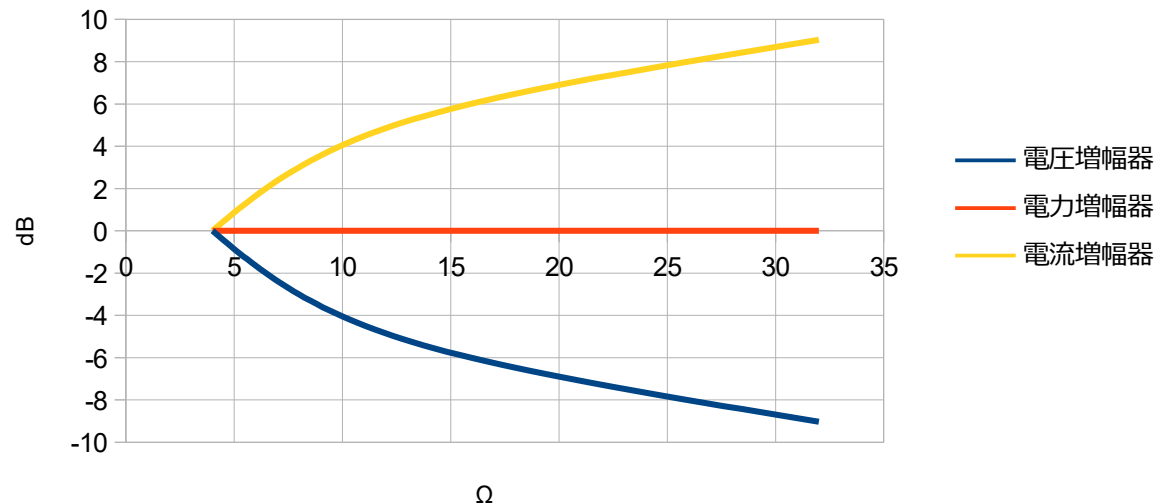
- インピーダンスに影響されず本来の電力を出力
- **正しい音量を再現、正しい音色を再現**
- これをLIEテクノロジーと名づけた
 - Load Impedance Independent Engine
 - 実用新案登録済み
- **今後のデファクト・スタンダードです。**



次世代パワーアンプ

- メリット
 - 負荷の変動によらず、電力を出力できる。
 - 正しい音量を再現できる。
 - 電圧増幅器、電力増幅器、電流増幅器のイメージ

アンプの出力電力特性



次世代パワーアンプ

- メリット
 - 負荷の影響を受けないので、波形が正確に表現される。
 - つまりは音色がより正確に表現される。

イノベーション(技術革新)

- ようこそ電力増幅器の時代へ
 - 電圧増幅器(代用品)から電力増幅器(本物)へ
- 電力増幅器は理想的なパワーアンプ
 - 電圧増幅器からの卒業
 - 本来、パワー(=電力)アンプ(=増幅器)であるべきところ、ボルテージ(=電圧)アンプ(=増幅器)で代用してきた。
- 科学的に正しい音(音量、音色)を楽しんでみませんか。