

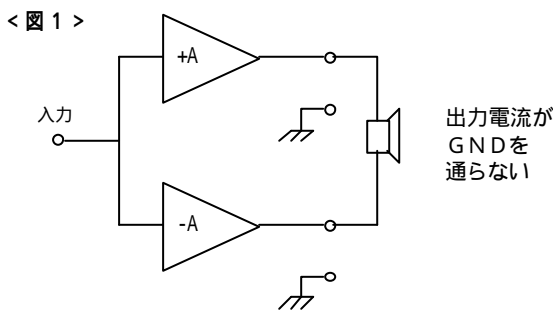
# オーディオアンプにおける BTL方式の優位性 カイキ日蝕仮面

オーディオ用パワーアンプにおいて、BTL方式（以下BTL）がSEPPに比し優れている事実については橋口住久山梨大学工学部電子工学科助教授によって既に力説されている処であるが、意外にその理解は普及していない。

当studio尊卑でもヤマハBX-1の感動からBTLの優位性について独自の研究を進めて来た。橋口氏の声の届かぬ所で読まれる可能性を念じて、敢えて本稿を発表する。僅かに生き残っていると信じたい「市場の流れに反して」音の良いアンプを求める人々の為に。

\*\*\* Balanced Transformer Less 方式 \*\*\*

略称BTL方式は、正相・反転2つのアンプを用い、負荷（スピーカ）の両端共ホット駆動する方式である（図1）。片側をコールドとしてアースに落とすSEPPの欠点を払底する「アースが負荷電流からフリーになる」回路方式と言える。敢えて「画期的」と書かないのは、BTLのオリジンがSEPPよりずっと古いからである。今でこそOTLは主流であるが、これは相補素子の得られる「石」の時代になってSEPPが可能になったからで、「球」の時代にはOT付き直列PPが主流だった。低域・高域の限界を律速していたOTを除けないかと考えた我々の大先輩に当たるマッド技術者によって、BTLは誕生した。しかし折角OTを除けても、それによりOT付きにはなかった弱点を待つ事となり、主流にはなれなかった。時は経ち、石の時代にあっては、OTLは既に主流である。その中でも最も優れた方式としてBTLは今に蘇ったのだ。



\*\*\* Feedback InterModulation \*\*\*

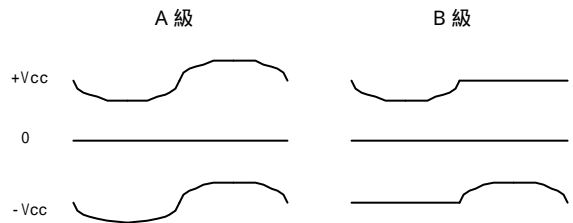
BTLの優位性を研究する内、帰還混変調という概念が確立された。昔ダイナミック・クレストーク等という名で予言された、音を悪くする要因である。これは出力電流により生じた降下電圧が、入力に重畳するという現象である。

G (Ground line) FIは信号電流の流れるアース系が最早到る処「0V」とは定義し難いという事実を示すもので、大電流の流れる負荷のコールド側の配線の工夫で回避出来るとも考えられている。実際問題順位をかなり下げられるが、SEPPでは原理的に根絶不可能である。

P (Powerline) FIは信号電流による電源の電圧降下が+側と-側に同相で起こるため、相対的にアースが揺らぐ事によって起こる。電源インピーダンスを限りなく下げれば電源電流の揺らぎも限りなく0に近付けられる。電源の規模がストレートに音質に影響するのはこのためと考えられる。

これらのFIMによって入力信号に重畳する波形は、本来信号を流す筈でない所を通るため、設計方針によっては非直線性によって歪んでいるかも知れないし、帰還だから当然時間差もある。ややもするとTIMに非直線を掛け合わせたような厄介な歪みにもなりかねない。こうして、良心的に作られたアンプはその良心が音に出るのだ。理論が経験を蔑視することは許されないのである。（図2）

< 図 2 > 電源電圧の変動 (SEPP)



(変化量は誇張してある)

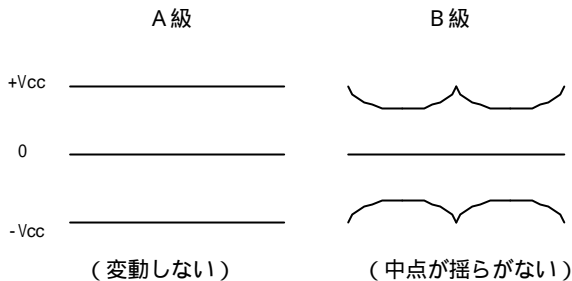
\*\*\* 無限大等価電源 \*\*\*

さてBTLにおいては、GFIが原理的に存在しない。これはアースラインに信号を流さないこと起きないのである。

そして、+側と-側の信号電流が逆相対称化するので、電源の中心とアースの間に信号が重畳する事もない。A級BTLにあっては、電源電流の和が一定となり、そもそも電源が信号に振られる事すらない。これは従来の感覚だと電源を無限大にした時だけ得られる筈の理想電源に等価である。SEPPでは想像上だけの存在だった理想電源が、BTLでは現実に、しかも容易に得られてしまう。コスト対パフォーマンス比の比較が0で割り算するように無意味な程、その優位性は歴然且つ絶大である。但し、サギにならぬよう告白しておく、実際のアンプでは+と-の電源電流が厳密に同相対称でないため、真に無限大等価にはならず、せいぜい何千とか何万とか、「」以外の具体的な値で実測・表記しうる程度でし

かない。残念ながら。故にBTLでも電源の質は音に効く。勿論、SEPPとは異なる次元で。電源電流の逆相対称化は得られるので、PFIが原理的に発生しない点については、素子のバラツキの精度の範囲において言葉どおり無限大等価である。(図3)

< 図 3 > 電源電圧の変動 ( B T L )

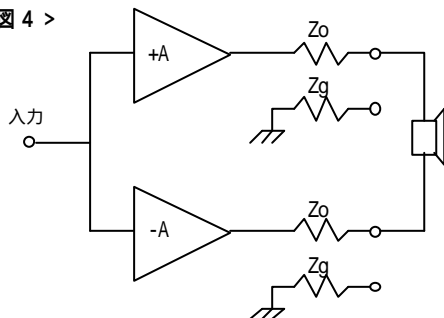


\*\*\* 指摘されたBTLの欠点 \*\*\*

部品点数が増える以外にも、BTLがSEPPに劣る点が指摘されている。しかしこれは勘違いに支えられた中傷に過ぎない。

図4の如く、2つのアンプを直列にするのだから出力インピーダンスは2倍に、即ちダンピングファクタは1/2になると言うのである。しかし実際は同じアンプを2つBTLに組むと出力は4倍(+6dB)になる。初めから同出力で設計されたSEPPとBTLの出力インピーダンスの差異は同コストの条件下でも有意とは思えない。まして、アンプの $Z_o$ を問題にするならコールド側のインピーダンス $Z_g$ も同様に扱うべきであり、BTLではこれがない。即ち仮に同じアンプを2組用いてBTLに組んでも合計の出力インピーダンスは2倍までにはならず、更に電源インピーダンスまで加味しようものなら却ってBTLの優位性を再確認する破目にも陥りかねないのである。(図4)

< 図 4 >



\*\*\* 優位性を発揮出来ない条件 \*\*\*

BTLの優位性について述べてきたが、先述の通りBTLは真空管時代既に在った方式であり、当時は欠点のある回路であった。現在でも、定義としてはBTLでも以上に述べた優位

性を得られないものがある。その条件を以下に示す。

1) 正相・反転アンプの電源が独立しているもの。通常ステレオアンプをBTLに組む時、高級アンプ等でLRの電源が独立しているものはPFIの改善が得られない。電源インピーダンスの等価的減少もない。

2) 正相・反転波形が対称でないもの。つまり正相出力から反転入力を得る等して、時間差を生じたりしているものだ。

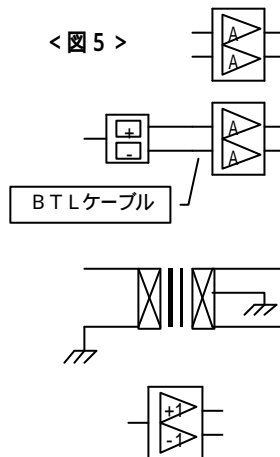
\*\*\* 初めての球の次元 \*\*\*

BTLが払底した「SEPPの欠点」とは、電源電流の汚なさだった訳だが、何と球のOT付き直列PPはBTLと同じ電源電流波形なのだ。つまり球に生まれたBTLによって、石は初めて球と肩を並べて質を語れる。この事実には僕はオーディオの、マッドテクノロジーの、限らない口マンを覚える。

\*\*\* 君にも出来るBTL \*\*\*

橋口先生の手前、恥ずかしいので具体的方法には触れなかったが、通常ステレオアンプをBTL接続で使用出来る(図5)。市販BTLアンプはまだ非常に少ないのでこの方が一般的だ。興味のある方はMJ誌等で学んで橋口先生に伺うと良い。僕よりはましな説明を、忙しくなければして下さる。僕でも、彼の講座生よりはましな説明をして差し上げられる。

< 図 5 >



1) ステレオアンプにはアンプが2系統入っている。これを1chに使う。

2) それには正相・反転の入力を作るアダプタが要る。

3) 1. トランスを使う。  
2. 正相/反転のバッファアンプを使う。

\* 平衡伝送は劣化が大きいのでBTLケーブルは極力短く。また折角モノアンプ2台になるのだからスピーカーケーブルも極端に短くして錦上花を添えるのが望ましい。

\* 参考文献 \*

- 雨宮好史「現代電子回路学〔1〕」
- 「pex」
- 「無線と実験」(MJ)
- 「トランジスタ技術」
- 「ラジオ技術」
- Studio尊卑・編「ながれる」