

## アナログ ターンテーブル SL-1200GAE の開発

パナソニック(株) アプライアンス社 技術本部

三浦 寛

### 1. はじめに

この度、6年ぶりとなるアナログターンテーブル SL-1200GAE を発売するに至り、その思いを投稿する。

ご存知の方も多いと思うが SL-1200 と聞くと MK\* を想像し、DJ 用のアナログプレーヤーを思い出す方が大半ではないだろうか？ 事実 SL-1200 シリーズは 1972 年の初代発売以来 2010 年まで MK2~MK6 までグローバルで実に 350 万台を売り上げた機種である。そして MK2 以降は、DJ の方々の意見を取り入れた設計となっていたこともあり、DJ の方を中心に売り上げを伸ばしていたことも事実なのである。しかし当社の中ではあくまでアナログプレーヤーであって DJ 専用機ではなかったことを付け加えておきたい。レコードを良い音で聴きたいことに Hi-Fi も DJ も関係ないのである。

さて、2014 年にテクニクスの復活を果たし、市場ではにわかに「次はアナログプレーヤーを」との声が高まってきた。我々技術者の間でも「できれば・・・」と考えるものは少なくなかった。そんな中トップから「プレーヤーをやりなさい」との指示があり、筆者をはじめ何人かのメンバーが集められたのである。開発期間は少ない、その中でどれだけのパフォーマンスを発揮できるプレーヤーを作るのか？ 多くの議論が積み重ねられ、ようやく一つの結論に達した。それが今回の SL-1200GAE である。



品番は？なぜ SL-1200 なのか？単純に旧 SL-1200 の復刻版ではだめなのか？中身はどうするのか？デザインは？

論議はつきなかったが、最後までテクニクスを支えた品番は SL-1200 であることから再出発するにしてもやはり SL-1200 からであろう。しかし単純に SL-1200 の復刻では面白くない。中身は、SP-10 に匹敵する性能を出そう、つまり見える部分は SL-1200 だが、見えない部分は全て現在の技術で新しく再設計しようと考えたのである。大きさではあるが、ダイレクト・ドライブ・ターンテーブルのリファレンスを再定義することを目標に取り組んだ。デザインは 2014 年に一足先に復活したアンプ、ネットワークプレーヤーにテイストを合わせてアルミのヘアライン仕上げを施し、時代に合わせたクール感を漂わせた。操作系のボタン類はまったく同じ場所に配置した。これは古い SL-1200 ファンの方が触っても違和感なく操作できるようにするための配慮だ。そして肝心の内部であるが、これは関係する技術者が拘りぬいて造った SL-1200 と D.D. ターンテーブルの原点とも言える SP-10 とまったく違う別物である。これについては次項にて記載する。

## 2. SL-1200GAE の開発

ここからは SL-1200GAE の開発にあたり拘った点について詳細を記載する。大きく分けて、

1. モーターと制御回路
2. ターンテーブル（プラッター）
3. トーンアーム
4. インシュレーター
5. 本体デザインの 5 点である。

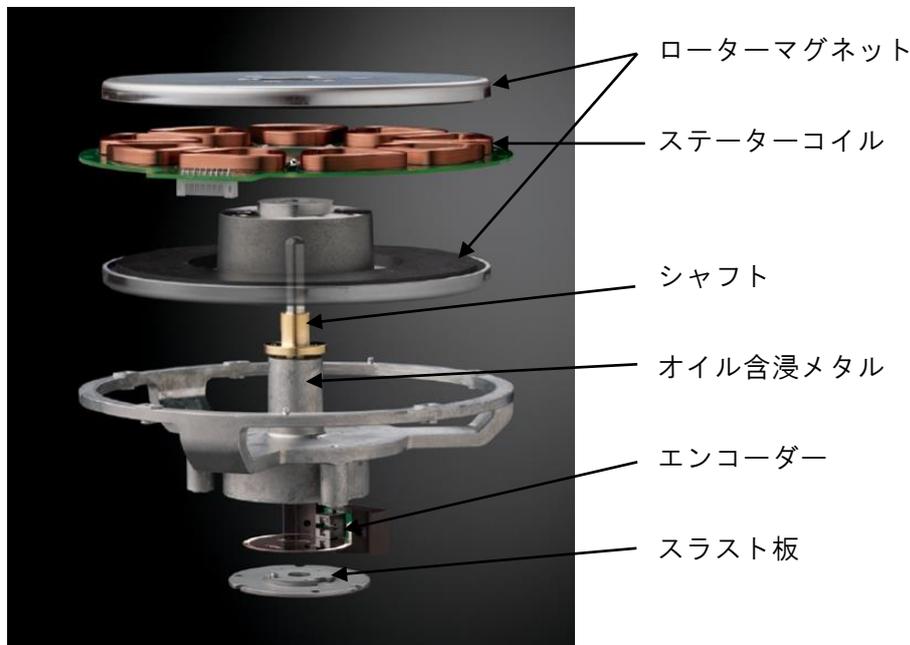
### 2.1. モーターと制御回路

モーターは最も拘った部品の一つである。形式的には、ツインローター一面向向式 3 相ブラシレスモーターと呼んでいる。仰々しい名前だが、構造的にはコアレスのステーターコイルを 2 枚のローターマグネットで挟みこむ方式である。

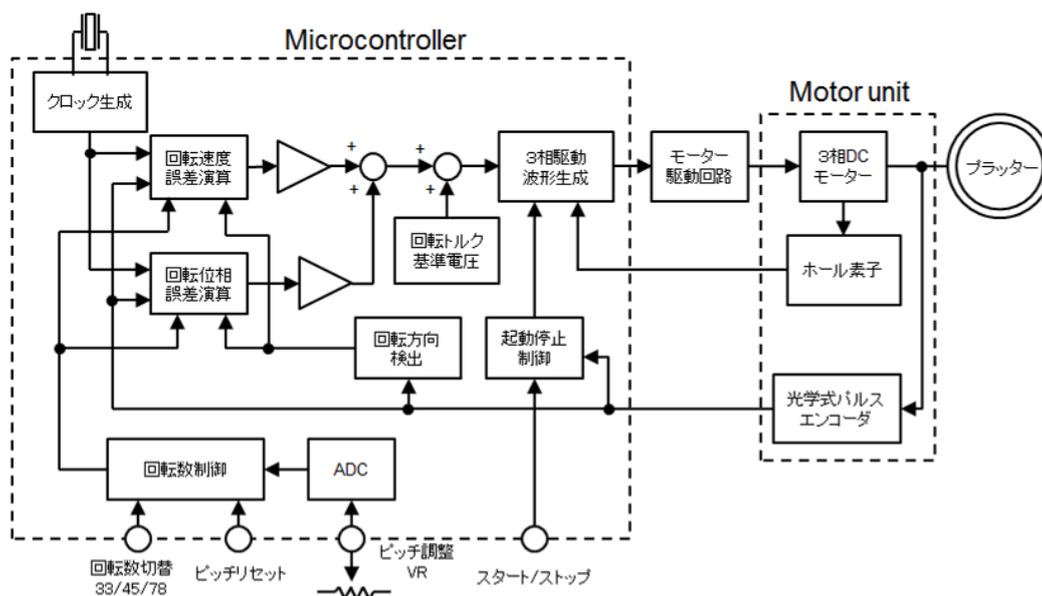
旧 SL-1200 は、コア付のステーターコイルを周対向のローターマグネットで回す仕様である。ダイレクトドライブ（以下 D.D. と略する）の欠点としてモーターのコギングが挙げられる。コア（鉄心）がある以上コギングは少なからず存在する。このように書くと過去の D.D. ターンテーブル所有者から我が家のターンテーブルは大丈夫か？と心配されるかもしれないが、実際には回路でサーボがかかり、その影響など微塵もないのである。サーボを引き込むための微少ノイズが影響すると気にされる方も多いがカートリッジが拾うようなノイズではないので安心していただきたい。しかし、「D.D. = コギング」という先入観を払拭するためには、これまでの方式ではなく新たな取組みが必要だったのである。

そこで行きついたのが今回のモーターと言うわけだ。コアレス（鉄心なし）にすることで本来のコギング発生要因を極限まで排除することができる。しかし良いことばかりではない。コアがなければ当然マグネットとコアの間に発生する磁力も少なくなり、結果としてトルクが不足する。それを補うのがツインローターマグネット（フェライト）だ。ステーターコアを挟みこむように上下に配置することで磁力に起因するスラスト方向の負荷を排除する役目も果たしている。（ただ磁力を強くしてもそこから発生する漏磁束が大きくなってしまいうのでは意味がないのでネオジムへの考えはなかった）また同時に回転する部分の重量すなわち慣性質量も増加する。そして得られる最大トルクは、 $3.4\text{kg}\cdot\text{cm}$  である。旧 SL-1200 が  $1.5\text{kg}\cdot\text{cm}$  であることを考えれば実に 2 倍以上である。これにより重いターンテーブル（プラッター）を安定して回すことができる

のでは？と考えた読者も多いのではなかろうか？ 当然プラッターが重くなれば回転系の慣性質量が増し、安定した回転が得られやすくなる。プラッターについては後述を参考にしてください。



新設計したのはステーターコイルとマグネットだけではない。位置検出にはホール IC、回転速度検出には光学式エンコーダーを使用している。そしてこれらのセンサーを使いサーボを掛けるシステムが後述する制御回路である。簡単に制御概略図を示す。



旧 SL-1200 ではカスタム IC によるアナログ制御であったが、全てマイコン制御に置き換えた。回転に必要なモータードライブ波形は、ROM に格納し D/A 変換することできれいな波形で制御

するシステムだ。速度検出には光学式エンコーダーを使用し、従来比約3倍の精度で速度検出を行っている。実はエンコーダーのスリットは、加工精度によって1波ずつ幅が違ふことが分かり、これを放置すると速度測定誤差となり、そのままワウフラッタなどの性能に影響するのだ。

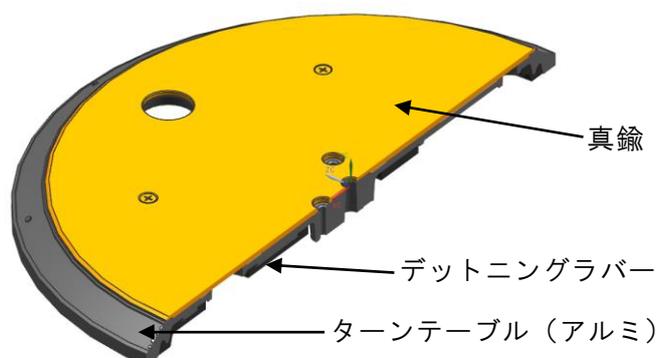
そこで今回のシステムでは、一点毎にエンコーダーのスリット幅を計測し、補正データとして記録し、回転制御時に速度補正を行っている。回転制御を行う正弦波の波形データとエンコーダー補正を行うことでより正確な回転精度を得ることに成功した。

## 2.2. ターンテーブル（プラッター）

ターンテーブル（プラッター）は、真鍮+アルミダイキャスト+デットニングゴムの3層構造とした。異種金属を貼りあわせることでダンピング特性を改善した。その効果は、プラッターを叩いてもらえば、すぐに分かる。直接レコードを載せるプラッターから不要な振動を遮断することは、レコード本来の音を忠実に再現するために拘ったポイントである。加えて比重の高い真鍮を使用することで慣性質量を増加させた。

また、回転の安定性を増すためには、重量バランスも大切だ。車のタイヤ交換の時にホイールバランスの調整をしているのを思い出してほしい。重量バランスが崩れると回転重心が振れ安定した回転が得られないのだ。プラッター重量が増したため、わずかなバランスの崩れが大きな影響になる可能性がある。

そこで新幹線のホイールバランスを調整する機械を製造するメーカーに協力いただき、プラッターのバランス調整機を開発した。出荷されるプラッターは1点毎にバランスが調整され、バランス調整済みラベルが添付されている。

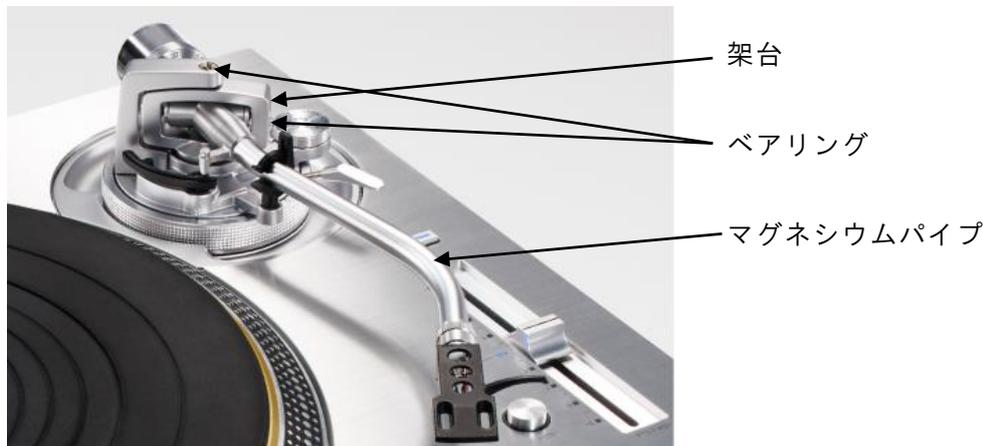


## 2.3. トーンアーム

トーンアームは伝統のジンバルサスペンションだ。しかし手を加えた部分はいくつかある。その一つがアームパイプであり、比重が軽く剛性の高いマグネシウムパイプにした。マグネシウムは、加工が難しいが、冷間引抜加工により実現した。これにより音の広がり、空間再現性が格段にあがった。

もう一つがベアリングである。1970年代から使われ続けてきた部品であるが、当時は市販品に最適なものがなく、自社開発した。しかし今回は切削したカップに硬球をセットしたベアリングを使用することでアームの初動感度を5mgまで改善した。

また、ジンバルサスペンションを支える架台部分は外部からの振動を受けにくいように肉盛り剛性を増した。

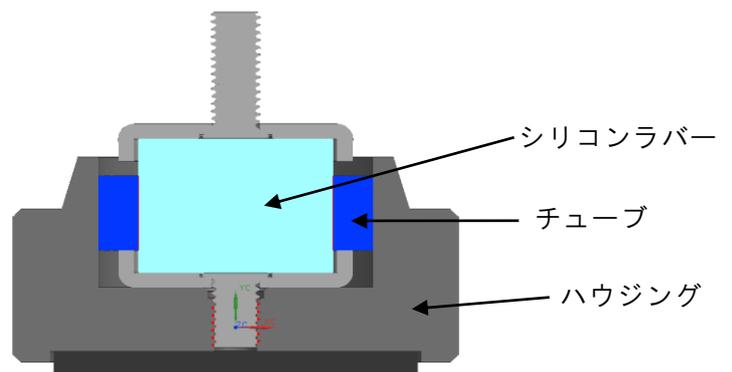


#### 2.4. インシュレーター

インシュレーターは、外部からの振動を遮断する役割をする。特にスピーカーからの振動はハウリングの引き金となり、音質を悪化させる原因ともなる。新設計により本体重量が変更されたこともあり、それに合わせた特性を持つインシュレーターを開発した。

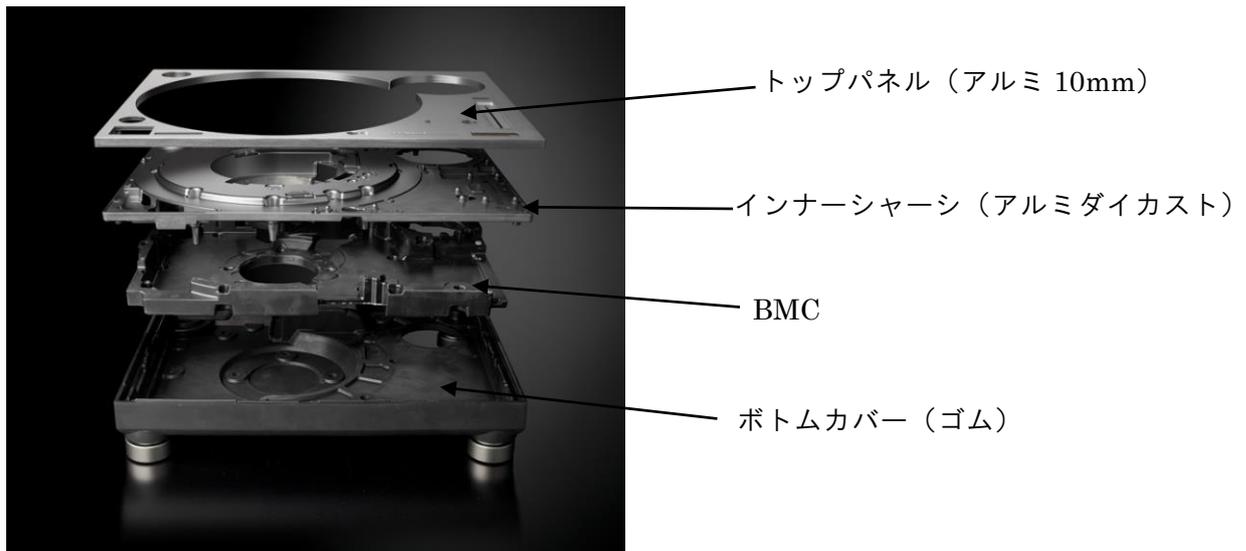
従来のインシュレーターは、バネとゴムを組み合わせた構成であった。しかし、2つの特性の異なる部品の組合せでは、Q値が2箇所できる制振特性になってしまう。滑らかな特性を得るためには1つの素材で構成するのがベストであると考えた。

そこで目をつけたのが免振材としても用途が広がっているシリコンゴムである。何種類もの材料で試作を行い、音質検討を繰り返し、現在の構成になった。これによりハウリング特性も従来品より改善をすることができた。



#### 2.5. 本体デザイン

本体は、トップパネル、インナーシャーシ（アルミダイキャスト）、BMC（バルク モールド コンパウンド）、ボトムカバー（ゴム）の4層構造だ。トップパネルは10mm厚のアルミ板にヘアライン加工を施し使用した。インナーシャーシに大半の部品を固定した。加えてBMCとボトムカバーと組み合わせることで剛性を増した構成にする事ができた。



### 3. 最後に

昨今、デジタルオーディオの普及で実に簡単に、手軽に音楽を楽しむことができるようになった。また、ハイレゾ音源のラインナップも増え、より高音質な音楽が楽しめるようになってきた。

そのような環境の中である意味、正反対に位置するアナログオーディオをいまさらと思われる方も多いかもしれない。しかし、このような時代だからこそアナログオーディオを大切にしていきたいと考えている。

レコードをジャケットから取り出し、ターンテーブルにのせる。少し緊張した指先でレコードに針を落とす。この儀式的な操作のあと、ようやく音楽が聴けるのである。リモコンがあるわけでもなく、早送りや巻戻しもできない。不便かもしれないが、じっくりと音楽に真剣に向かえる瞬間がそこにはある。レコードには、デジタルオーディオにはない温かみや表現力がある。あわただしい毎日に追われて、ゆっくり音楽に向かう時間が少ないとは思うが、たまには押入れの奥に眠っているレコードを引っ張り出して聴いてみてはいかがだろうか？

そして、そんな充実した時間を当社ターンテーブルが演出できれば光栄である。

最後に、この度のターンテーブル開発にご協力いただいた諸先輩、部品メーカー様、協力会社様に感謝したい。

#### 著者プロフィール



三浦 寛 (みうら ひろし)

1977年 松下電器 (現パナソニック) 株式会社入社

アナログプレーヤー、CD プレーヤー、電子楽器、カラオケ、フォトフレーム、ステレオシステム等の商品開発を経て現職。

現職：パナソニック株式会社 アプライアンス社

技術本部 ホームエンターテインメント開発センター  
開発第四部