

いま話題沸騰の 仮想アースについて

- 聴き手 鈴木 裕
- 回答 (株)光城精工 電源事業部 土岐泰義氏(ジョンがる隊長)
- 構成 編集部

Q&A



KOJO TECHNOLOGY Crystal E

仮想アース ¥37,840(税込)

さまざまな製品が登場し、活況を呈している仮想アース市場。そのような中で「実際の効果はどうか?」「下手にアースをつなげるとアースループが起こるのでは?」など疑問をお持ちの読者の方も多いと思う。そこで今回は、オーディオ用の電源関連機器を開発・製造し、仮想アース製品も手がけている(株)光城精工の土岐氏にそのあたりの疑問点を伺ってみた。聴き手は鈴木 裕氏。仮想アース製品をすでにお使いの方もこれから検討される方も参考にいただければ幸いです。

Q1 【鈴木】具体的な仮想アースの使い方について伺います。どういうオーディオコンポーネントに接続するのが効果的ですか。また仮想アースひとつに対して、1台だけがいいですか。複数台接続も可能ですか。

A 【土岐】

「仮想アース」、その言葉からして実に怪しい匂いを感じるアイテム(笑)ですが、その“オカルトチックさ?”が少しでも払拭されることを願いながら、ご説明をさせていただきます。

まずもって、仮想アースなるものについて、その原理などを語ってくれるメーカーやエンジニアはほぼ皆無かと思えますので、参考になれば幸いです。なお今回のコメントは、全て弊社の仮想アース「Crystal E」の原理に基づいています。他メーカー様の製品の原理がどのようなものかは分かりかねますが、同様の理屈を当てはめることが可能な製品もあれば、流石にそれは? というものもあることと思います。いい意味で振り分けて解釈をいただければ幸いです。

●効果的なコンポーネント

経験上によるものですが、システムの上流が、効果を感じやすいように思っています。開発当初は、最もオーディオ信号の出入りが多い、プリアンプが効果的と勝手に思い込んでいましたが、意外なことに効果の現れ方としては上流ほどではありませんでした。

なお、利用されるお客様のシステム構成も違えば、設置環境も違います。必ずしも上記が正解という訳ではありませんので、いろんな機材に接続し、ご自身の耳で確認して最も効果的と思う箇所が、正解となるのではないのでしょうか。

具体的に効果を感じ取れたコンポーネンツとしては、アナログプレーヤー、CDプレーヤー(トランスポート/DAC)ほか、ネットワークオーディオにおけるスイッチングハブやPCなどです。またビジュアル系の機材にも有効だという報告も、映像エンジニアから受けています。

さらに、仮想アースの効果的な接続先として、上記説明とは真逆の最下流となりますが、スピーカー端子のマイナス極もまた非常に高い効果が期待できます。スピーカー端子のマイナス極は、すなわちプリアンプやパワーアンプのスピーカー出力端子に繋がっている訳ですが、アンプ側に接続するよりもスピーカー側に接続した方が、より高い効果を感じ取れています。これは恐らく、後述する基準 GND の強化、安定化がスピーカーケーブルを介することなく、スピーカー側で処理されていることに原因(効果)があるものと思っています。

接続用アースケーブルとして、弊社ではスタンダードな Y 端子、

RCA コネクタのほか、LAN コネクタや USB コネクタに対応した、さまざまなタイプのアースケーブルを取り揃えており、多種多様なコンポーネントに接続可能です。

●仮想アースへの接続台数

仮想アース 1 台に対するコンポーネントの接続数ですが、以下の理由から 1 対 1 で使用することを薦めています。

1. アースループの回避

ご存知の方も多いと思いますが、オーディオコンポーネンツにおいてオーディオ信号の GND (一極)は、その筐体(ボディ)と導通しています。言い換えると、コンポーネントの内部回路(オーディオ信号) GND と、ボディ (FGND) は繋がっています。

上述の理由により、CD プレーヤーとプリアンプの接続を RCA ケーブルで行った場合、CD プレーヤーとプリアンプのボディは、RCA ケーブルの一極を通じて繋がります(バランスケーブルも同様)。この状況において、仮想アース 1 台から CD プレーヤーとプリアンプに接続すると、一極配線にループが形成されます(図 1 参照)。

システムのノイズ耐性(イミュニティ)によっては、実際の出音にまで影響する可能性があることからお薦めしておりません。仮にその時点で問題がなかったとしても、システム構成の変化や設置環境の変化で、のちに何らかの悪影響を及ぼす可能性が考えられることから、不安要素は極力減らしておくべきと考えます。

2. 表面積の確保

仮想アースの目的は、コンポーネントの FGND(フレームグラウンド)強化や、内部回路の GND ライン(パターン、配線)の強化です。基板設計において、回路動作の基準となる GND パターンの処理は、設計者の最重要課題のひとつです。GND が貧弱だと、ノイズ耐性が低くなるばかりかノイズの発生源にもなります。また、自らをも誤動作に至らしめる場合もあります。

GND 面積の拡大や確保は、回路やコンポーネントの安定稼働に大きく寄与します。ゆえに、仮想アース 1 台に複数台のコンポーネントを接続することは、仮想アース 1 台が保有する表面積が分散・稀釈化され、効果の度合いも低くなります。

ひとことメモ!

バイワイヤリングの場合、「High 側 (-) に接続するのが良い? それとも Low 側 (-) が良い?」と質問されるのですが、いずれも効果は感じ取ることができますので、聴感上で気に入る方を選択するのが良いです。大方のお客様は、結果、両方につけてしまうようですが……(笑)

ひとことメモ②

アースループのついでの話になりますが、実は RCA ケーブル（インターコネクト）の接続によって、既に GND ループが形成されています。

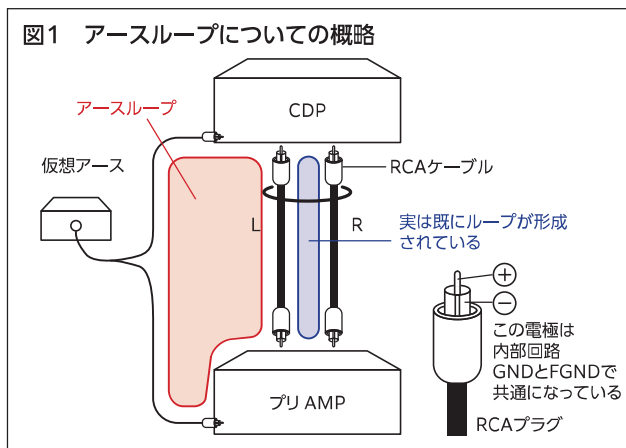
CD プレーヤー：Lch-GND → プリアンプ：Lch-GND
CD プレーヤー：Rch-GND ← プリアンプ：Rch-GND

このラインは、実際のオーディオ信号が流れている部分なので、仮想アースによるループ以上に気を使いたいところです。RCA ケーブルが L/R で 1 本ずつ分かれている場合は、軽く縛るなどして、ループ面積を極小にすることが肝要です。

ひとことメモ③

ジェット機はどうでしょう。大地に接地することは不可能です。ジェット機のボディは金属でできているので、機体内の回路 GND は、安定基準となり得るボディに接地します。車もそうです。モバイル、ハンディ系の機器もそうです。みんなボディに接地しています。

オーディオコンポーネントの大地接地も（洗濯機、冷蔵庫、エアコンなどは違い）、必須ではありません。一般電子機器を接地する目的は、電子機器自身の GND の電位をより安定させることが目的であり、それ以上のものではありません。



Q2 【鈴木】仮想アースはどうして音に効くのでしょうか？その効果を発生させる原理は、どのようにお考えですか。

A 【土岐】

●仮想アース利用による音質改善効果とその原理

先のコメントでも触れていますが、仮想アースの目的は、コンポーネント内部回路のGND強化やFGNDの強化です。ここでいうGNDの強化とは、GND表面積の拡大によるインピーダンスの低減です。GNDのインピーダンス低減は、回路動作の基準となるGNDラインをより安定化させ、安定動作へと結びつけます。結果、ノイズレベルが低減されます。またGND表面積の拡大は、回路内の異電圧との間に多くのストレーキャパシタンスを確保でき、高周波のノイズ成分を減衰します。

もっと核心に迫りましょう。もはやオーディオコンポーネントの設計者ですら、なぜそのようにしているのか、よく分からないまやっているかもしれませんが、コンポーネントの内部基板回路のGNDとボディは繋がっていると前述しました。では、なぜそうするのでしょ

う。GNDは回路動作の基準となる部分です。基準となる部分が不安定だと回路動作も不安定になります。基準GNDとなる部分の容量（容積・物量）が大きければ、それだけ安定動作します。だから、基板設計者はGNDパターン（面積）を広く大きく取ろうとします。当然、物理的な都合上限界があります。そこで、導電性のあるボディ、自分より安定しているFGNDに接続するのです。より大きくて広い、物量がすぐ傍にあるのですから利用しない手はないのです。

仮想アースは、このボディ（FGND）をさらに拡張するものになります。FGNDよりも広大で安定した仮想アースに接続することで、より安定動作する方向になるのは当たり前な訳です。加えて言えば、弊社の仮想アースは多段接続して、さらに物量（表面積）を増やすことができます。当然、音質改善効果は高まります。これらは結果的にS/Nの改善につながることから、聴感上においてもその効果を実感できるようになります。

●大地アースの役割

世の中で最も大きな導体の塊は「地球（大地）」です。このため、回路動作の基準となる部分（回路GND、FGND）を大地に接続（接地）するのは有効です。有効なんですけど……、大地の導電率はあまり高くありません（スポット的に見ると抵抗が高い）。抵抗が高くて、丸い球体で抵抗が並列になっていると考えると、地球全体ではインピーダンスが低いと言えるようになります。でもコンポーネントを接地するのは、限られた場所でスポット的です。だから、いっぱい杭を刺したりして接地抵抗を下げようとしています。

抵抗があるところに電流が流れれば、電位差が発生します。よって、場所が変われば電位が違います。大地は電解質も含んでいるので、電池作用もあります。これによっても電位差が生じます。こうして考えると、大地は必ずしも理想的な基準とは言えないのです。

湿気が多く、抵抗値を比較的容易に低減できる場所もあれば、岩だらけで杭を何本打っても接地抵抗を下げられない場所もあるでしょう。直接聞いた訳ではありませんが、接地をしてはみたものの、かえって以前の音の方が良かったという話を稀に耳にすることがあります。恐らく、不安定な大地に接地してしまったか、接地方法に何らかの問題があったのでしょう。ですから、大地に接地するというのは結構ギャンブルだったりするのです。

●自分より安定したものに接地する

回路動作の基準となるGNDを大地に接続する目的は、自分よりも安定した電位の場所に接続することによって、自分の電位の安定性を高くすることにあります。この目的を達成できるなら、無理に大地に接続する必要はなく、コンポーネント自身のGNDよりも十分に大きな導体であれば、そこに接続することでより安定させるという目的を達成することができます。

大地接地の効果は、大地がほかの影響を受けにくくて安定だからです。逆を言えば、大地以外に外部からの影響を受けにくくて安定な性質を持っているのであれば、そっちに接地して良いのです。仮に金属の塊が地球よりも大きかったら、そっちに接地した方が安定するのです。地球自体、宇宙からすれば浮いていますからね！宇宙からすれば地球は不安定だと思います（笑）

●アンテナ作用

人によっては、「むやみにコンポーネント（FGND）から線を引き出してはアンテナになる！」とおっしゃる方もいます。確かにその通りなのですが、基準になるGNDに対してしっかり接続されていて、基準GND（ここでは仮想アース）のインピーダンスが十分に低ければ、アンテナとしてノイズを拾ってもノイズ電圧が抑えられます。そういった意味では、仮想アースと接続するアースケーブルも短いにこしたことはありません。「遠くのアースより近くのアース」です。（弊社アースケーブルは設置場所や取り回しの便宜上1.2mとしています）

●コモンモードノイズ

また「コモンモードノイズの温床ではないか」とおっしゃる方もいるでしょう。しかしコモンモードノイズが問題になるのは、基準GNDに電位差が発生した時です。コモンモード（ノイズ）は、基準GNDに電位差が発生しなければ、その振幅レベルが平衡（同相）なので、回路信号も基準GNDも同じ振幅レベルとなり、基準GNDから見た回路信号に影響はありません。電車の中でジャンプしても同じ場所に着地するのと同じです（電車と人は同じスピードで移動している）。

これに対して、基準GNDに電位差が生じた場合、コモンモード（ノイズ）は不平衡になり、ノーマルモードノイズに変換されます。基準GNDから見た回路信号に影響し、本来の信号ではないノイズ成分を含んだ信号になります。仮想アースは、基準GNDの強化（高安定化）にあるので、むしろコモンモードノイズ対策を行っていると言えます。

●アース電位について

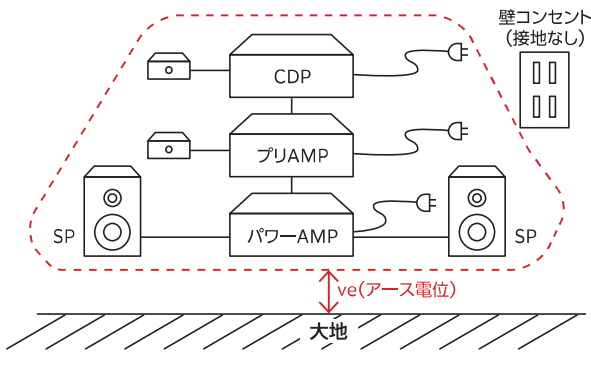
「仮想アースを利用することで、コンポーネントのアース電位は下がるの？」という質問も結構あります。これは、変わらないとも言えますし、下がるとも言えます。

▶ 変わらない理由

仮想アースはオーディオコンポーネントのFGNDに接続しているだけです。システムを大地に接地していないのであれば、仮想アースをコンポーネントに接続しても、システム全体アースから浮いているので、アース電位が下がることはありません。また、アースから浮いているシステムに対して、アースを基準にしてFGNDの電位を観測

図2 アース電位についての概略

システム全体アースから浮いている。この状態でコンポーネントに仮想アースを接続してもアース電位(ve、交流)は変わらない。
このシステムにおいて基準になっているのは、大地ではなく、コンポーネントのFGNDであったり、仮想アースになる。結果、もともと浮いているシステムを、大地を基準にして計測しても意味はないことになる。



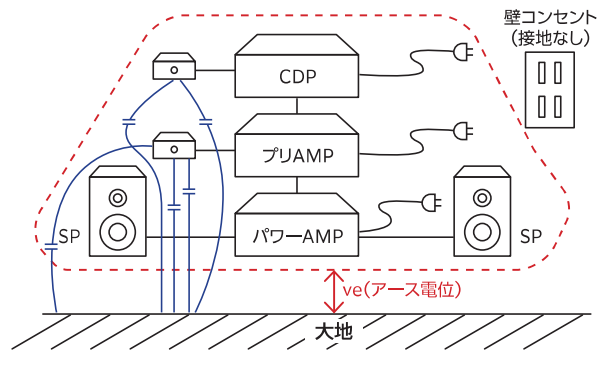
しているのですから、当然電位を持っていてもおかしくありません。繰り返しになりますが、仮想アースがやっているのは、基準GND(回路GND、FGND)の強化と安定化です。(図2参照)

▶ アース電位が下がる理由

仮想アースを使用した方で、「アース電位が下がった」とおっしゃる方もいます。これは想像になりますが、仮想アースと大地間に形成されるストレーキャパシタンスによるものと考えます。前述のように、大地アースに対してシステムが浮いている場合、大地アースとFGND間には電位が存在するので、その間ではストレーキャパシタンスを通じて微弱な電流が流れ、結果、FGNDの電位が低下したのと考えます。ストレーキャパシタンスは、仮想アースと大地間が近づけば近づくほど容量が大きくなります。(図3参照)

図3 ストレーキャパシタンスについての概略

ストレーキャパシタンス(浮遊容量)の図



Q3 【鈴木】仮想アースとコンポーネントを接続するアース線を通っているのは何ですか。アース線によって、あたかもインターコネクトケーブルを交換したかのような音の変化も確認されています。アース線の中を流れているのは、どんな電気成分なのでしょう。

A 【土岐】

●アースケーブルを流れる電流

ケーブルをしっかりと接続していれば、理論的にはコンポーネント内の回路GNDやFGNDと仮想アースは同電位になるため、コンポーネントのFGNDと仮想アース間で電流は流れません。むしろ先に述べた基準GNDの強化(表面積拡大)により、異電圧との間に形成されるストレーキャパシタンスを通じて、高周波成分ノイズの往来が行われ

ています。(強化された基準GNDはインピーダンスが低減しているのでノイズレベルが下がります)

また、アースケーブルも異電圧との間にストレーキャパシタンスが形成されていることから、上記と同様の電流が流れます。よってアースケーブルには高周波特性の良いものを選定するのが電気的特性上良い結果が得られます。

アースケーブルの違いによる音質変化は、私も感じるどころです。しかも使用するケーブルの素材や構成によって、各々のメーカーのキャラクターや特性を感じることができます。これについては、なぜそこまで如実に感じる事ができるのか私個人、解明できておりません。これがゆえに、オカルトと呼ばれても不思議ではないかもしれませんが……(笑)

Q4 【鈴木】光城精工が、仮想アースの開発にチャレンジしようと思ったきっかけは？

A 【土岐】

●なかなか踏み切れなかった製品開発

弊社では「Crystalシリーズ」という電源タップ製品を多数取り揃えています。それらはさまざまな機能を持ち合わせており、タップを増設可能な連結機能を持ったもの、トランスの唸りを抑えるDCサプレッション機能を搭載するモデル、電源のソフトスターター、フィルター機能搭載モデル、デジタル/アナログ分離モデルなど、いろいろあります。これらはベーシックな電源タップのほかに、「観る・見張る」「増やす・分配する」「守る」「洗う」「接地する」といったカテゴリー別に製品化されています。しかし、旧モデルの「Forcebarシリーズ」には、同シリーズ開発当初、「接地する」というカテゴリーがありませんでした(のちに「Forcebar EP」が登場し、弊社最初の仮想アースが誕生)。以前から取り組みたいとは思っていたものの、その仕組

みや原理が懐疑的で、いかにもオカルト的……。なかなか手出しができませんでした。ネット上でも、炭を瓶詰にして大地接地を模写した仮想アースなども目にしていました。

そんな中、オヤイデ電気さん扱いの「エントレック」が登場します。内部には金属の粉体入りとのこと、正直、そんなもので本当に効果はあるのか?と疑いの目で見ていました。エントレックからは、特にその構造や仮想アースとして機能する原理などの解説もありませんでしたから。

ある時「金属の粉体」というワードに、何だか引掛かりを感じていることに気づきました。金属粉体……金属粉体……金属……。ん、金属は導体……金属は導体……うーん……おっ、導体だ!?

これまで炭や鋳物など、実際の地中内にあるものをケースに入れた「真の仮想アース!」なるものから頭が離れなかったものが、導体というワードでいっぺんに吹き飛びました。そうだよ「導体」だよ!何も大地じゃなくていいんだ。もっと安定して、電気の通りが良いもの

を代用すればいいんだよ、と。

「仮想アース」というワードは、最近になって耳にするようになった訳ですが、冒頭でも述べたように“怪し過ぎる”パワーワード(笑)ですね。弊社も仮想アースを製品化するにあたり、名前をどうしようかとかなり迷いました。原理的な面から言うと、「基準 GND 強化 BOX」というあたりが妥当なんでしょうけど、先駆者は既に仮想アースと言っていました。

原理や思想は違うのかもしれませんが、同じような接続方法で、これまた似たような効果をもたらす製品なのに、いろんな呼び方するのは市場を混乱させてしまうかな? と思った次第です。かなり眉唾っぽく思われても仕方ないワードなので、やはり変えるべきだったかな!? と思うところもありますが、かえってその呼び方自体が独り歩きして話題になっているようなので、これはこれで良いかと……。

●実は昔から使われていた仮想アース

さて、この「仮想アース」なるもの、実はオーディオ界では昔から

用いられていたんです。弊社のブログや Youtube でも紹介させてもらっているのですが、それは、アナログプレーヤーの GND 処理です。アナログプレーヤーから出ているアースケーブルの接続先は、プリアンプやフォノ EQ の FGND です。そうです、この FGNDこそが、仮想アースの役目をなしていたのです(外すと盛大にハムノイズが発生)。

貧弱なアナログプレーヤーの基準 GND。MC や MM カートリッジから出力される信号レベルは、ほかのコンポーネントから比較すれば極小です。外来ノイズに減法弱いんです。カートリッジ(ピックアップ部)もリードワイヤーも、剥き出しで無防備です。

せいぜい金属製のヘッドシェルやトーンアームで囲われていますが不十分で、このアースケーブルを FGND に接続することで、基準 GND のインピーダンスを低減化し、シールド効果を高めています。弊社の仮想アースは、ここにヒント・正解を見出し、製品化しています。仮想アースのポイントは、GND の表面積拡大にあります。

Q5 【鈴木】仮想アースを使う上で注意しなければいけないポイントは何ですか。また、アースループによる音への影響についてはどうお考えですか。

A 【土岐】

●仮想アースを使う上で注意すべき5つのポイント

一部繰り返しコメントになってしまいますが、5つのポイントを挙げておきます。

1つ目として、ループ形成が起きないように注意することですね。ループですから、アンテナで言うところのループアンテナです。現代はさまざまな周波数帯の電波(電磁波:磁界と電界)が空中を飛び交っています。ループアンテナの場合、その近傍において磁界からの影響を大きく受けるので、トランスから発生している、漏洩磁束や磁場からの影響を受けやすくなります。聴感上では、濁る、曇る、ぼんやりする、ピントが合わない、といった感覚になると思います。酷い場合は、スピーカーからの出音として確認できる場合もあるでしょう。具体例としては、信号レベルの極めて低いピックアップ部分と、アンプに内蔵されたトランスが近い場合、トランスの漏れ磁束の影響を受けて、スピーカーからブーンというハム音が聞こえるような現象でしょうか。

2つ目はそれと関連して、仮想アースの筐体が弊社製品含めて金属製の場合には、各コンポーネントに仮想アースを1対1で接続しても、金属筐体同士を接触させると上述のループが形成されるため、接触させないようにする注意が必要です。

そして3つ目。スピーカーへの接続において、アンプをバイアンプ構成としている場合には、アンプのスピーカー端子の「一極」は中

点扱いされて、一般的には「+極」と「+極」間からスピーカーに供給されるため、スピーカー端子の「一極」に仮想アースを接続してもアンプの FGND とは導通されず、オーディオ信号と同電位となることから、周辺コンポーネントの FGND や信号端子に触れると不具合の発生や損傷につながる可能性があります。このため、バイアンプ構成のシステムにはお薦めできません。どうしても利用したい場合には、スピーカー端子の「一極」に接続するのではなく、アンプのスピーカー端子「一極(中点)」に接続する必要があります。

次は4番目ですが、デジタル信号の入出力として、コアキシャルコネクタが設けられているコンポーネントがあります。これはご存知のようにデジタル系信号のやり取りになる訳ですが、ノイズの影響を低減するために、コンポーネント内部のデジタル系 GND とアナログ系 GND は分離されていることがほとんどです。コンポーネントの FGND と導通状態にあるのはアナログ系 GND です。コアキシャルコネクタ(RCA)への仮想アースの接続も効果絶大だと聞いていますが、前述と同様に仮想アースの筐体が金属製の場合には、不用意に FGND と接触させると、分離されているデジタル GND とアナログ GND が強制的に導通状態になって不具合の発生や損傷につながる可能性があるため、こちらもお薦めできません。どうしてもというのであれば、金属製筐体を絶縁物で囲うなどの対策が必要です。

そして5番目は、RJ45 (LAN 対応)コネクタタイプのアースケーブルを使用する際には、コンポーネント側の受けコネクタが、シールドタイプである必要があります。LAN タイプのアースケーブルは、このシールド端子部を通じてコンポーネントの GND を強化しています。

■読者の方々へのメッセージ

オカルト的存在に思われがちな「仮想アース」。私自身、この名前から想像するのは「地球の代用品」です。その言い回し自体、嘘だとは思いますが、弊社の仮想アースが担っているのは「地球の代用品」というよりも、コンポーネントの「基準GNDの強化」です。個々のコンポーネントが持つ基準GND(回路GND/フレームGND)に、導電性を持った金属体を接続することで、インピーダンスの低減を図り、より安定した基準GNDを提供することにあります。

お陰様で「Crystal E」は大人気、発売以来、未だ工場に在庫が残ったことがありませんが、一日も早く安定供給できるように努めています。是非、本誌読者様のシステムにもお試しいただければと思います。KOJO TECHNOLOGYには、仮想アースをオーディオシステムにおいて常態化させるという野望があります。「遠くのアースより近くのアース」です。



株式会社光城精工
電源事業部
土岐泰義氏
(ジョンガの隊長)

Q6 【鈴木】これからの製品展開について教えてください。

A 【土岐】

今後の製品展開ですが、弊社では既にふたつ先の製品まで検討が進められています。まだその様相をお伝えする訳にはいきませんが、ポータブルオーディオにも触手が伸びます。また、今後提供する新製品は、従来モデルから代替わりするのではなく、有効活用しながら、プラスアルファでさらに音質改善が期待できるものになりたいと考えています。