

「45-45方式」
ステレオシステムの開発松田文男[†], 正会員 佐々木弘忠[†], 船坂栄一[†]

キーワード：45-45方式ステレオ再生装置，オーディオの歴史，カッティングレース，ターンテーブル，カートリッジ，アナログレコード，ステレオレコード

1. プロローグ

「昭和33年早々、日本ビクター築地スタジオで日本初の公開を行うことが決定され、その責任の重さにピックアップ担当の私は仰天しました。なにしろ左右の音の分離を事前にテストする方法がなかったのです。(中略).... やがてサンプルレコードが到着し、深夜でしたが、電蓄技術課の試聴室で針を下ろしたところ、音楽隊が右から左へ、左から右へと見事に行進するので、これでやっと胸のつかえが降りたのでした」。

これは、当時、ピックアップの開発を担当した、菊池昭二氏の回顧であるが、これこそ日本における「最初のステレオレコード再生」の一瞬であった。

2. ステレオ商品の発売

1958年は「もはや戦後ではない」と経済白書の冒頭に記述された年だが、我が国最初のステレオ電蓄が4月に、またステレオレコードが8月に日本ビクターから発売された。同年6月、米国のRCAビクターがステレオレコードの発売を開始したが、日米ほとんど同時の「ステレオ時代」の幕開けとなった。そして、この出来事は、戦後の回復期にあった人々に、明るい話題を提供し、以降の日本オーディオ業界急成長の引き金となったのである。

3. ステレオレコード開発前夜

音響におけるステレオ(立体)効果は、

[†]元、日本ビクター株式会社
"Development of 45-45 Stereo System" by Fumio Matsuda, Hirotsada Sasaki and Eiichi Funasaka (ex-Victor Company of Japan, Yokohama)



・ステレオレコードSLS-2001とレーベル
「チャイコフスキー・ピアノ協奏曲第一番」
E.ギレリス、フリッツ・ライナー/シカゴ交響楽団

図1 国産初45-45方式ステレオ再生装置STL-1Sとステレオレコード

1881年パリにおける電気通信万国博覧会で偶然に発見された、という古い起源を持っているが、実際にステレオ効果が利用され始めたのは、大戦後、米国におけるシネマスコープ、ラジオの2局を使った立体放送、FMステレオ放送の開始などであり、日本でもこれらが数年遅れで逐次導入されつつあった。人々の感性は、暗かった戦争の記憶を一挙に払拭し、明るさを求め、ワイド化、カラー化を無意識のうちにも、求めていたのである。

3.1 ステレオテープの出現

こうした動向の中で、1950年頃、米国でステレオテープが話題になり始め、やがて録音済みステレオテープが発売され(リビングストーン、ボックス、RCAビクターも発売を始める)、ステレオレコードの開発に直接大きな影響を与えたのであった。

やがて、アメリカからRCAの放送用ステレオテープが送られてくるようになった。弊社は当初これらのテープを入手して、読売ホール、横浜市のホー

ルなどで、しばしばテープ再生による演奏会を開いた。

後日、ステレオ再生装置の開発リーダーを務めた鈴木健氏は、「... 立体テープの素晴らしい臨場感にほれこみ、またテープ演奏会では聴衆の方々が盛大な拍手をするさまを体験して、これこそ次のテーマだと思った」と、当時の強烈な印象を感慨深く語っている。やがて日本でも発売が始まり、市場で入手できるようになったが、なにしろ1本7,000円と、ほぼ当時の初任給の価格では、一般の人々にとっては如何ともしがたく、メーカー等が主催するテープコンサートに出かけるしか鑑賞する方法はなかったのである。

そのため、「レコードでステレオができないか」ということがメーカーのターゲットになり、レコード愛好家の夢になっていったのはごく自然なことであった。

一方、米国のメジャー、コロムビア、RCAビクター等では、立体放送用のテープ供給のニーズも含めて、ステレオ

の収録を開始し、マスターテープの蓄積を行っていた。これは、ステレオレコードが開発され、その後一挙にマーケットを拡大させる大きな要因となった。

弊社のソフト部門では1957年、築地録音スタジオにステレオ録音システムを導入し、自社ソフトのステレオ化に備えた。そしてハードと同様にさまざまな録音技術上の開発が行われたのであるが、本稿では残念ながら割愛する。

3.2 カッティング技術の開発 (成功の要因)

LPレコードは、1948年に初めて米国のコロムビアから発売された。弊社の場合は1954年になってようやく発売することができた。彼我との時間的な開きは、実に約6年の差があったということになる。

この間、LP対ドーナツ盤の方式問題もあったが、最大の問題点であったのは、戦災ですべてを焼失し、マスターテープは入手できても財政状態が最悪でレコードプレスのための「原盤輸入」が、できず、自分の力でLPの音溝をカッティングして、新たに原盤から作成する面倒な仕事から始めなければならないことであった。当時日本では、まだLPのカッティングを実施しているメーカーもなく、情報もノウハウもないうえに、昼間の車の振動を避けて深夜のテストに取り組むなど、これは多大の困難を伴う開発となった。しかし、こうしてLP、EP生産のために培った**カッティング技術ノウハウの蓄積が、後にステレオレコードの開発を成功させる大きな要因**となったのである。

45-45方式レコードの開発リーダーを務めた井上敏也氏は、「... いろいろやっているうちに、どうも室温が低すぎるのではないかと疑いを持ち、こっそりと(無決済だったので)横浜市内へ1万数千円の高スリーブを買って、やっと巧くカッティングができるようになった」と述べている。

今日では常識とされている針の部分に、約100℃の温度を与えてカッティングするという技術は、このような苦労のなかから生み出されたのである。

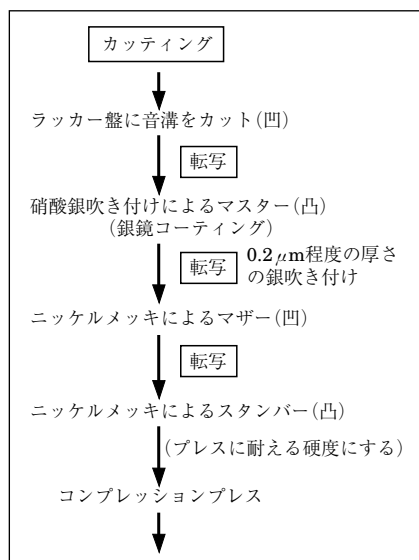


図2 LPレコードの生産工程

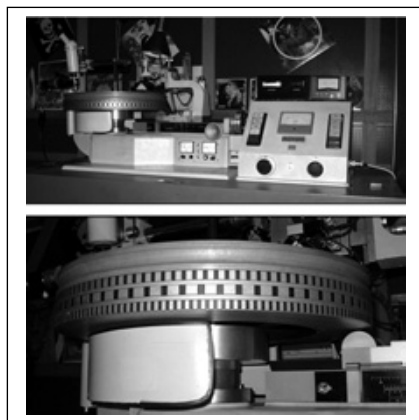


図3 カッティングマシン

図2のように、LPレコード生産工程の音質は、カッティングマシンにより決定されると言っても過言ではない。このカッティングマシンは、カッターヘッドをスムーズに移動させながら、数十kgのターンテーブルを正確に回転させ、ラッカー盤に数ミクロンの音溝を刻んでいくために新技術が数多く採用され、当時としてはトップレベルの超精密機器であった。

4. 開発の始まりとその舞台裏

1955年、ステレオレコードが開発テーマとして動き出し、やがてレコード関係、再生機関係の両者が合同で委員会を作り会合を持つようになった。パースペクター・サウンド、クック方

式、VL方式(縦振動+横振動)などが検討の対象になったが、その検討の過程で、縦振動のレコードを再生してみる必要があった。

当時の先輩技術者の手記を引用すると、「... 最初、縦振動方式と、横振動方式の組合せを計画し、昔の縦振動レコードをNHK北海道放送局より借用し再生したが(14インチ、ビニール製)、音質があまり良くないうえに異質感が強く、メンバー一同、大変がっかりしてしまっ」とあり、泥臭い実験の様子が目にみえるようである。

結局、縦方向の音質に問題を感じながらであったが、左右の差信号を縦振動、左右の和信号を横振動として、これらの合成振動でカッター針を駆動し音溝を作る、VL方式を実験することになったのである。

この頃、イギリスのロンドン・デッカレコードが、VL方式と称して、同じ縦、横方式の開発を進めており、1957年には、RCAビクターとEIAの審議の場で対決することになるのだが、この時点ではアメリカの実験など知る由もないことであった。

5. 45-45方式を生み出した カッティング実験

最初は、当時のカッターヘッドを2台直角に連結し、縦と横の振動を合成してカッティングしようとしたが、大きなカッターヘッドのため、ヘッドがラッカー盤にぶつかって上手くいかず、そんな暗中模索の最中に、「ヘッドがぶつかって困るのなら、ラッカー盤に対して45°傾けたらどうか」というアイデアが出た。

カッティングを担当した白石勇磨氏は、「... はじめは、そんなことをして切ったら、オーバハングになって針が飛ぶのではないかと思ったが、考えてみると音質は左右同じだし縦振動よりはいいのではないかと実際にやってみたら、これがうまくいったのです。(中略)... 最初のテストはうまくいったのですが、結局生産に載せるための苦労が多かったのです」と当

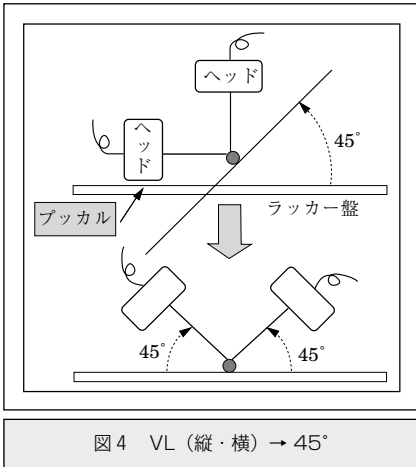


図4 VL (縦・横) → 45°



図5 45-45方式ステレオ開発発表
発表会場で立体レコードの音溝の解説をする
高柳健次郎先生。

時を回顧している。

6. 独自の開発だった 「45-45」方式

これで左右の音質が完全に対等になり、しかも従来からのモノラルレコードとの互換性を得ることができたのである。まさに一石二鳥の収穫であった。

また、この方式は、左右の音声信号を両方45°傾けてカッティングしていくところから、弊社によって「45-45方式」と名付けられた。1956年9月のことである。

そして直ちに特許の申請が行われたが、すでに1931年、イギリスEMI社のA.D.ブルムラインがイギリス特許を取得しており、(今では常識だが)商品化できないままに、すでに時効となっていたのであった。

この1ヵ月後の1956年10月に、米国でRCAビクターから同じ方式のステレオレコードの発表とデモンストレーションが大々的に行われた。

45-45方式レコードの開発リーダーであった井上敏也氏は、「... わたしはそのとき、彼我的研究の差がわずか半年であったことを知り非常に残念に思ったが、到達すべき研究の結論が一致したという点について強い自信を得たのである」と述べている。

その後、1年余、さらに実用化の実験が続けられ、1958年2月、45-45方式によるステレオレコードの商品化が完成し発表会が行われたのである。

なお、米国ではロンドン・デッカのVL方式とRCAビクターの45-45方式がEIA, RIAAで集中的に審議され、最終的には1958年3月、45-45方式に決定されたのである。

7. ステレオレコードの生産 移行と開発

カッティングマシンによるラッカー盤が完成し、原盤、プレスへと進み、ステレオレコード盤が出来上がった。しかし、試聴結果は、従来の横振動信号に対して縦方向信号も加わったことで歪みや雑音が多く、これの原因追及のため、すべての工程見直しが必要になった。

ちなみにレコード片面の溝の長さは、約600mにもなり、それがうねっており、この溝を作るのに、前記のように凹凸転写、転写の繰り返しの後に100t近いプレスでレコードができるまで、クリーンルーム等の概念が普及していない時代での、キズ、変形、微細な異物も許されないシビヤさが、ステレオレコード生産に要求されたのである。

従来のモノラルレコードを生産しながら、生産設備全体の見直し、改善等、関係者の苦労は並大抵のものでなく、生産数量に追いつけられながら、レコード工程百数十箇所にもわたる見直しが、昼日夜を惜しんで徹底的に行われた。

あらひ直しにより全工程が大きく改

善され、いくつかは新規に開発された設備も投入された。

一方、工程見直しとは別に、レコード材料も大きな課題であった。レコード材料は単純に塩化ビニールとされているが、各種材料が微妙に組合された配合技術の結晶であり、後々までノウハウ事項の一つになった。

主な配合材料は、

- ・塩化ビニール：主原料
- ・安定剤：100t近いプレスでの劣化を防止
- ・帯電防止剤：静電気防止量は音質にも関係
- ・着色剤：黒色カーボン主体
- ・滑剤：針の滑りを良くし摩耗を少なくする

であり、これらの材料の微妙な配合バランスと、混ネリと称するミキシング条件、プレス条件がうまくかみ合い、レコードが生産される。この配合バランスが、音質、雑音、生産性に影響するため、材料技術者が苦労した所である。理論、理屈より実行し確認することが先決で、トライ&トライの世界である。

このような状況下で、当時高柳健次郎先生はじめ会社担当役員が工場の片隅で夜中まで陣頭指揮に立たれ、ついに低雑音、高品位材料V-1000が開発された。

経営陣および電気、機械、化学技術と製造関係者が一体となった大きなシステム開発であった。このような大きなシステム開発の成否は、会社経営陣から関係者一同、目標にベクトルを合わせ、不可能を可能にする意気込みで取組むことが重要だと思う。

8. ステレオ再生装置の開発

8.1 ピックアップ・カートリッジの開発

ステレオ再生装置における技術的な開発テーマは、ステレオピックアップ・カートリッジであった。

「... カートリッジが完成に近づく」と高柳健次郎先生から呼ばれ、方式、構造、材質による3次元の表を示され、

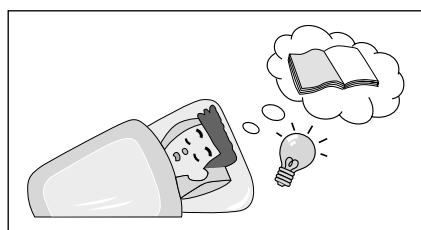


図6 夢とアイデアノート

公開日までに表を埋めた特許を提案するように申し渡しを受け、昼は試作、実験、夜中は自宅で特許作成、疲れ果て、知らぬ間に寝入って見た夢にアイデアが出てきて、起きてから忘れぬように枕元にノートを置いたことが、後日大きな力となったが、昨晚書き留めたはずのノートに白紙が多くなり、ノートに書いた夢まで見るようになり、体力の消耗が大きいので止めた」と、開発を担当した菊池昭二氏は当時を回顧している。

従来のカートリッジは横振動だけを配慮すれば良かった。ところが、45-45方式のカートリッジになると、縦方向の成分が加わることにより、まったく新たな技術要求項目を満足させる構造開発、材料の検討が必要になった。

- (1) 左右両チャンネルにお互いのクロストークが少ないこと(チャンネルセパレーションが悪いと当然ステレオ感が少なくなる)
- (2) 左右両方の周波数特性、出力、歪み等の特性が揃っていること
- (3) 二組の発電機構が干渉せず、振動運動を阻害せずに針先がスムーズに動き、垂直方向にも充分対応するためにコンプライアンスと共にスティフネスにも配慮すること

などである。

当時の主流であった圧電方式の構造図を図7に示す。図の中で特性に大きな影響を与え、音質、性能を左右するダンパーと称するゴムは、大きさが米粒程度であり、カミソリで切ったり接着剤でつけたりの試作の連続であった。

まだステレオの音楽レコードもない時点なので、それこそバーチャリア

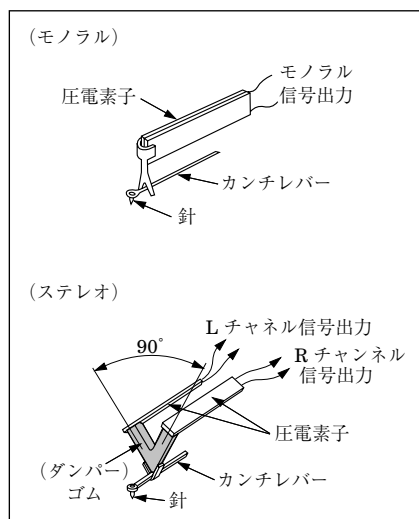


図7 モノラル/ステレオカートリッジの構造

リティではないが、45-45方式振動モードを空想しての開発であった。

当時のカートリッジを後日周波数レコードができた時点で測定すると、

・周波数特性：30 Hz～10 kHz
±2dB

・クロストーク：15～20dB

であったが、当時としてはなかなか立派な性能であった。

8.2 音場指向商品の系譜

ステレオの発売は時代の大きな分岐点になったが、この前後の技術的な内容と、それに伴うデザインの変化は興味ある問題であるので紹介する。

◆ LA-8

モノラル末期の商品であるが、4個のスピーカを備え、正面スピーカの直接音に、他の3方向を向いたスピーカからの間接音を加えて音の広がり感を出そうとした。音が良く、名機といわれた。

◆ STL-1S

日本最初のステレオレコード再生装置。

- ・スピーカボックス×2
- ・チューナ付きアンプ
- ・ステレオレコードプレーヤー

の計4点セットで、一つのセットとしてデザイン的に纏めながら、スピーカを離してコーナ型

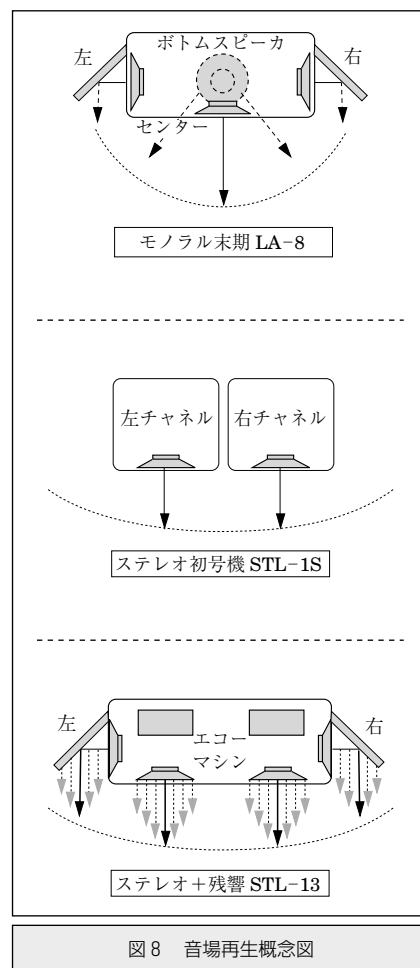


図8 音場再生概念図

にもなる工夫がされているセパレート方式のデザインであり、売価は77,000円であった(当時の平均月収の3倍程度)

◆ STL-13

豪華な一体型で残響装置が入り、ステレオの音の広がりに加え、残響音で奥行き感を出そうとした。

これらの商品をみると、モノラルの音場の狭さから脱却して音の広がりを求め(LA-8)、そして「45-45方式」を生み出し(STL-1S)、さらに残響装置を付加して音場の奥行き感を出す(STL-13)といった、音場再現への思いがそのまま商品となっていることがご理解いただけると思う。

8.3 多様な新技術の開発とあくなき音場追求

うつわが新しくなれば、これらに関連した技術開発も活発になる。ステレオピックアップ、擬似ステレオ回路、



図9 オーケストラと再生音のすり替え公開実験

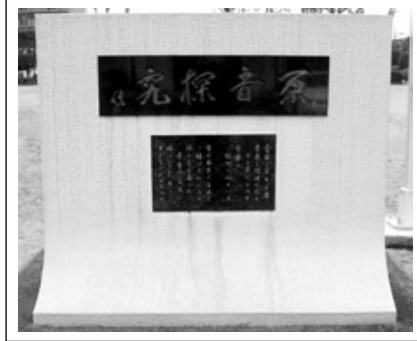


図10 原音探求の碑

スピーカの指向性関連等であり、それぞれ「パーフェクトピックアップ」、「フェーズスカッター」、「パノラマスピーカ」など、固有名称がつけられた。

さらに今では伝説ともいえる「生演奏とステレオ再生のすり替え実験」を、1966年7月に虎ノ門ホールで公開し、より高度な商品開発に役立てようとした。この試みは、ステレオ再生装置の開発リーダであった鈴木健氏の発案によるものである。

これは、生のオーケストラ演奏がいつ再生音に切替わったか(演奏は途中からジェスチャーに切替わっている)、1,600人の聴衆に当てさせるといった試みであった。演奏はロイヤル・フィルハーモニック、指揮は服部克久、曲はビゼー作曲のカルメンより「ハバナ」であった。正解者わずか14人であり大成功であったが、結果よりはむしろ、準備過程の諸検討で得られた、音場の骨格パターン、音の定位に関する考え方など、「音場創りの教訓」は極めて貴重なデータであり、その実験意図は大いに評価されるものであった。

先に述べた、ステレオ第1号機STL-1Sは大きな反響を呼んだが、価格的には高価であり、簡単に購入できる商品ではなかった。したがって、早急にラインアップを増やし、生産量上げる必要があった。

1、2年の間で普及価格27,500円のモデルから25万円までのラインアップを、単なる価格配列だけでなく、ユーザの好み、ライフスタイルからく

るデザインのバリエーションを加味してつくり出し、昭和20年代ではたかだか月産数十台程度の生産を数千台にする努力が、昼夜を問わず行われたのである。

9. 音場再現の夢は消えず

ステレオ開発によってオーディオマーケットは急速な成長を遂げ、1960年代のオーディオ普及の原動力となったが、より効果的な音場再現を目指して、国内外の音響技術者はこれに挑戦し続けてきた。

1970年代当初に4チャンネルに進化させたレコードが登場し、弊社提案の「CD-4」方式も、EIAJスタンダードとして承認された。その後ドルビーサラウンドがデジタル化され、1996年に始まったDVDには5.1チャンネル方式が採用された。また、新しいマルチチャンネル音楽制作の動きなども期待されることである。

10. エピローグ

企業には必ずその商品に対する基本的な考え方がある。

当社の場合は音響メーカーとして、「生演奏より受ける素晴らしい感動を再現すべく録音、再生系を常に探求する」ことがその使命といえる。

その時代時々のテーマを遂行するにあたって、燃える情熱がそのつど難関を突破する力となり、今日に至っているのである。そして、常に開発の基軸をなす思想を端的に表現すれば、

「原音探求」

の一言に尽きるものと思う。

以上、45-45方式の開発経緯を弊社中心に述べてきたが、実質は長年にわたり先人達の積み上げてきた研究の成果であり、戦後の内外関係者の努力の賜であったと言える。また、その後の日本のオーディオ業界の躍進は、開発そのものではなく業界挙げての協力体制と音響に対する情熱がその総てであると考えている。

本稿を終わるにあたり、数々の情報をいただいた関係者および先輩諸氏に心より御礼申し上げます。

(2004年3月12日受付)

【文 献】

- 1) “音に生きる”, ダイアモンド社 (1963)
- 2) ステレオサウンド, 1974年冬号, p.106
- 3) 社史: “日本ビクター50年史” (Sep. 1976)
- 4) “プレーヤー・システムとその活きた使い方”, 井上敏也監修, 誠文堂新光社 (1977)
- 5) オーディオ50年史, 日本オーディオ協会(編), 日本オーディオ協会 (Apr. 1986)
- 6) ラジオ技術, ラジオ技術社, p.111 (Jan. 1986)
- 7) レコード芸術, 音楽之友社, 7, p.48 (1995)
- 8) JAS Journal, 日本オーディオ協会, p.48 (Oct. 2001)



まつだ ふみお
松田 文男

1956年、早稲田大学第一理工学部電気通信学科卒業。同年、日本ビクター(株)入社。ステレオ機器の設計、ステレオ事業部長、情報機器、業務機器担当を歴任、1994年退職。



ささき ひろつぐ
佐々木弘忠

1960年、東京電機大学電気通信工学科卒業。同年、日本ビクター(株)入社。ステレオ機器の開発設計に従事、その後、小型HDDの事業化、情報機器、業務機器担当等を歴任、2002年退職。



ふなかわ えいせい
船坂 栄一

1961年、電気通信大学通信工学科卒業。同年、日本ビクター(株)入社。ステレオ機器、CD-4等の開発設計に従事、ビデオディスク、CD生産立ち上げ、Video-CD立案規格化、DVD-Video、DVD-Audio規格推進を歴任、1998年退職。現在、協同電子システム(株)顧問。