

連載：一録音エンジニアの回顧録～アナログからデジタルへ～ 第3回

4 チャンネルからサラウンドまで

～音場再生の本来あるべき姿を求めて～

(前篇の続編「アナログレコードの音質改善とデジタル録音の導入」の文献を含む)

日本オーディオ協会諮問委員 穴澤 健明

前号本誌 2015 年 5 月号では、一録音エンジニアの回顧録～アナログからデジタルへ～の第 2 回として、今再び注目されている 45 年以上前の 1960 年代後半に行われたアナログレコードの音質改善と 40 年以上前の 1970 年代初頭に始まった PCM/デジタル録音の導入について記した。その後参考文献等に関するお問い合わせをいただいたので、はじめにアナログレコードの音質改善と PCM/デジタル録音の導入に関する続編として参考資料について記すこととし、その上で 1960 年代に注目を浴びた 4 チャンネル、その後のサラウンド、音場再生などについて記す。

II-6. アナログレコードの音質改善と PCM/デジタル録音他に関する文献例

録音から再生までの総合的な系については、実情を知りたい一心で 1960 年代から各所での試聴を繰り返してきたが、1974 年になって、ラジオ技術 8 月号で評論家や愛好家のリスニングルームの測定とダイナミックレンジを測定する機会を得た。この時には比較的まとめた結果が得られたことで安心したが、継続して測定を行うことの重要性を再認識した。

アナログレコードの音質改善に関する文献について表 II-1 に示す。この表から 1960 年代後半から 1970 年代の初めにかけて実施された改善の概要を知ることが出来る。

表 II-1. アナログレコードの音質改善に関する文献例

1. ラジオ技術 1970 年 11 月号 p289-296  
鷺沢：パルス技術を応用した新再生ひずみ除去装置 「ノン・ディストーション・カッティング方式とは」
2. ラジオ技術 1970 年 12 月号 p326-330  
穴澤：レコーディング技術の問題点 「発売タイトルを挙げてハーフスピードカッティング、マスタープレス、ダイレクトカッティング、ドルビーS/N ストレッチャー、ノンディストーションカッティングについて解説」
3. ラジオ技術 1971 年 2 月号 p252-256  
穴澤：レコーディング技術の問題点 3 「アナログテープレコーダとドルビーS/N ストレッチャーについて解説」
4. ラジオ技術 1971 年 4 月号 p274-279  
穴澤：レコーディング技術の問題点 4 「カッティング特性とその送り出し用テープレコーダについて解説」

表Ⅱ-1に示すアナログレコードでの音質改善の成果については、40年以上前に製造された幻とも言うべき金属原盤が見つかっている。この金属原盤から作成されたアナログレコードが、本年10月に日本オーディオ協会他から発売される予定なので、是非御自分の耳で改善の成果を確かめていただきたい。

1970年代に入ると4チャンネルオーディオが騒がしい中で密かにPCM/デジタル録音機の開発が始まった。1970年代はじめに行われたデジタル化の必要性に関する検討と初期のPCM録音機に関する文献を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2. PCM/デジタル録音に関する執筆文献例

1. テレビジョン学会誌 Vol 30 No3 1976 p18 林 謙二：PCM 録音機
2. ラジオ技術 1970年12月号 p326-330 穴澤：レコーディング技術の問題点
3. ラジオ技術 1971年2月号 p252-256 穴澤：レコーディング技術の問題点 3
4. ラジオ技術 1971年4月号 p274-279 穴澤：レコーディング技術の問題点 4
5. 日本音響学会講演論文集 1972年10月 p459-460  
林、宮下、大新田、轟、穴澤：「ディスクレコードマスター用PCM録音装置について」
6. AES September 1973 Volume 21 Number 7 p535-541  
Iwamura, Hayashi, Miyashita, Anazawa: "Pulse-Code-Modulation Recording System"
7. AES 56th convention-Paris-March 1-4 1977 PREPRINT No.1206(F-8)  
Anazawa, Yamamoto, Todoroki and Takasu: "Improved PCM Recording System"  
その他多数

CDの発売が近づくとデジタルオーディオへの関心が高まり、その解説記事やデジタルオーディオでの音質改善に関する記事の執筆依頼が届いた。この関係の文献を表Ⅱ-3に示す。

表Ⅱ-3. デジタルオーディオに関する文献例

1. JAS ジャーナル 1982年11月号 p21-26 連載：アナログ屋のためのデジタルオーディオ講座 1 穴澤：デジタルオーディオの基本的事柄
  2. JAS ジャーナル 1982年12月号 p22-27 連載：アナログ屋のためのデジタルオーディオ講座 2 穴澤：デジタルオーディオの特性及び音質劣化の原因となる問題点について
  3. JAS ジャーナル 1983年1月号 p28-34 連載：アナログ屋のためのデジタルオーディオ講座 3 穴澤：音質劣化の原因となる問題点について
  4. JAS ジャーナル 1983年2月号 p47-543 連載：アナログ屋のためのデジタルオーディオ講座 4 穴澤：録音系の概略とその音質改善 その1
  5. JAS ジャーナル 1983年3月号 p50-57 連載：アナログ屋のためのデジタルオーディオ講座 5 穴澤：録音系の概略とその音質改善 その2
- 他に編集他の記事達数有。

以上が1960年代後半に行われたアナログレコードの音質改善と1970年代初頭に始まったPCM/デジタル録音の導入について記した前回の報告の文献に関する報告である。

### Ⅲ-1. 4チャンネルからサラウンドまで～音場再生の本来あるべき姿を求めて

4チャンネルオーディオが脚光を浴びていた1970年6月に日立製作所と日本コロムビアは、武蔵野音楽大学のベートーヴェンホールで、各種編成のバンドの録音を行ないその再生評価を行う4チャンネルの共同実験を行った。その実験録音風景を写真Ⅲ-1に示す。



写真Ⅲ-1 ベートーヴェンホールでの実験録音風景（1970年6月5日）

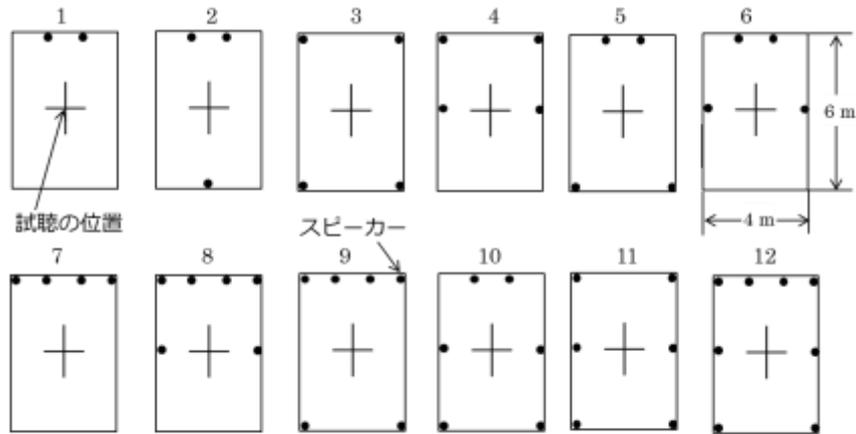
筆者（写真中央）はこの基礎実験の進行役を務める機会を得た。客席前部中央には再生評価時に用いる音源收音のため、多くのマイクを設置した。



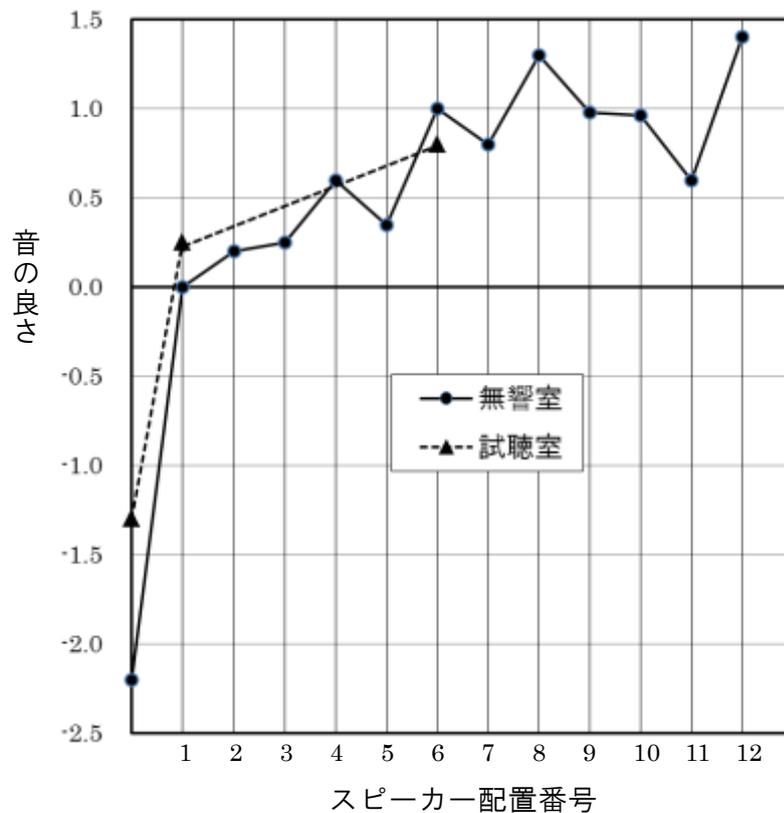
写真Ⅲ-2 ベートーヴェンホール廊下（モニタールーム）の幹部達

(写真Ⅲ-2の中央にはプロジェクトリーダーの三浦種敏氏、一人置いて左に音質評価担当の中山氏他の日立製作所中央研究所メンバーの姿が見える。他に志賀常務、岩村業務機器設計部長、二見録音課長他の日本コロムビア幹部の姿も見える。)

この45年前の実験では、多数のマイクで録音を行い、その再生時にはマイクに相当した位置にスピーカーを置いた図Ⅲ-1に示す12通りのスピーカー配置について音の良さを評価した。



マイク位置に対するスピーカー位置での12通りの再生を試聴



図Ⅲ-1 評価実験でのスピーカー配置とスピーカー配置による音の良さの評価結果  
(筆者注：図Ⅲ-1のグラフの横軸原点はモノラル試聴時の音の良さ評価)

図Ⅲ-1の12通りのスピーカー配置に対する評価結果を見ると顕著な傾向がある。4チャンネル再生では、前方重視の6番のスピーカー配置、6チャンネル再生では8番のスピーカー配置で音の良さが最大となり、間隔を詰めた正面前方と横方向のみの前方重視が高い評価を得ている。

尚、この実験にはNHK技術研究所の開発したPCM/デジタル録音機も加わり、アナログでの4チャンネルの評価だけでなく、2チャンネルでのアナログとデジタルの差も評価することが出来た。この実験の結果、音場再生は最優先事項から降格され、デジタル録音の実用化が最優先事項に格上げされた。この格上げを要望していた筆者はそのプロジェクトリーダーを担当し、1972年に4チャンネル/8チャンネルのデジタル録音機を現場に導入した。

1970年代後半には、毎年ドイツのオーディオショーでデジタル録音機を用いた4チャンネルの公開再生実験を行った。ここでも後方のスピーカーと前方のセンタースピーカーは不要という1970年の基礎実験の結果と全く同じ結果を得た。この公開再生実験では、前方での信号の時間関係を録音会場内の時間関係に合わせた録音が高い評価を受けた。1985年には爆撃から40年ぶりにドレスデンゼンパーオーパーが復興され、復興公演の録音でその効果が実証され、1987年10月のAESコンヴェンションで”Digital Time Coherent Recording Technique”を発表した。その後多くの専門大学で時間関係を合わせた録音に関する技術検討が始まった。

この復興公演の録音は、写真Ⅲ-3に示すオーディオテスト用ビデオディスク「魔弾の射手ハイライト」として日本オーディオ協会よりレーザーディスクが発売された。このディスクのSide 1に2チャンネルステレオ、Side 2に前方（重視）4chステレオを収録し、前方重視4チャンネルの効果がわかる内容であった。



写真Ⅲ-3 オーディオテスト用ビデオディスク「魔弾の射手」ハイライト  
Side 1に2chステレオ、Side 2に前方4chステレオを収録

このような前方重視の4チャンネルについては、筆者自身もその導入普及に努力し、今でも一部の熱心なアマチュアが導入している。メーカーはと言えば、映画用のサラウンドシステムに注力し、実験で評価の悪かった5.1チャンネルのサラウンドシステムにのみ関心を示した。1960年代末から多数の4チャンネルレコードを制作したが、感じたことがある。サラウンド再生を意図して残響音を收音しその残響を横や後方から出しても、残響音が出ているだけで良いホールで得られる直接音と残響音の自然なつながりが得られないことである。

### Ⅲ-2. 新しい音場再生システムの構築

デジタルの録音が始まってすでに 43 年を経過し、ハイレゾと称する可聴帯域外の信号を音響機器や耳に与えることがはやっている。そのおかげで可聴帯域外での非直線性による可聴帯域内での混変調歪の発生に悩まされている。一方音場再生の方は、半世紀近くほとんど改善がなされなかった。新しい構想に基づく音場再生システムを実現しようということで本年 9 月開催の AES 名古屋 2015「3D オーディオの可能性」でその取り組みを発表する。

この取り組みでは以下の 3 点での改善を目標とした。

- 1) 1970 年の音楽音場再生実験で良い評価を得た前方を重視した 4/6 チャンルのスピーカー配置を採用した音場再生を実現し、試作システムを用いての前方重視と左右の幅表現の音楽的音楽美学的評価を行いたいと考えている。
- 2) 直接音と残響音のつながりの良い音場再生を実現するために NTT コミュニケーション基礎科学研究所の開発した「Revtrina」を用いて既存ステレオソース等の原音から直接音と残響音を分離し、その上で最適再配分を行ない、ホールやライブハウスの再現を目的とした音場再生を実現したい。併せてステレオ再生の改善も行ないたい。
- 3) 各種スピーカー配置やヘッドフォンでの再生を可能とするため、頭部伝達関数 (HRTF) の畳み込みにより仮想音源生成を行い、サラウンドのスピーカー配置だけでなく、複数のスピーカーを用いたサウンドバーシステム、ヘッドフォンでの音場再生を実現すると共に、懸案のヘッドフォンでの頭内定位問題も解決したい。

9 月の名古屋の AES で、試作したシステムを展示し多くの方に聴いていただこうと考えている。試作システムで使用している残響分離とその制御演算と仮想音源生成演算を行う DSP 基板を写真Ⅲ-4の左側に示す。この写真Ⅲ-4の右側に 6 チャンルのデジタルアンプを示す。無反動スピーカー4台とサブウーファーと基板を組み合わせた例を写真Ⅲ-5に示す。



写真Ⅲ-4 新しい構想による音場再生システムの信号処理基板とアンプ基板



写真Ⅲ-5 新しい構想による自作音場再生システム  
(無反動スピーカー4本、サブウーファー、信号処理ボード、アンプ基板)

ここで、この試作音場再生システムの達成目標仕様を以下にまとめておく。

- 入力ソース： ・モノラルソース、ステレオソース、5.1チャンネルサラウンドソース
- 出力ソース： ・直接音と間接音の比を変え、ユーザーの試聴環境のために最適化した2チャンネルステレオソース
- ・音場再生用前方重視 4/6チャンネルサラウンドソース
  - ・音場再生用前方重視 2/4/6チャンネルサウンドバーソース
  - ・頭内定位を改善したステレオ／音場再生用ヘッドフォン向け2チャンネルソース

上記の目標仕様の一部でもよいから達成出来たらよいと思っている。

音楽の音場再生の歴史は、外野からの妨害が多く思わぬことばかりが起きた歴史であり、今以って普及にまで至っていない。1970年に、日本コロムビアは日立グループに入り、三浦種敏（元東京電機大学教授）氏他の日立製作所中央研究所の研究陣と共に、実際の楽団を使って当時の音響技術者の話題の中心クアッドラフォニー（4チャンネル・ステレオ）に取り組んだ。

この評価実験に、PCM／デジタル録音機の評価や実験の場を求めていたNHK技術研究所も加わった。皮肉なことにその時業界が関心を持っていた4チャンネルは全く普及せず、筆者が軽い気持ちで提案したヴォイスチェンジャーと呼ばれる民生用カラオケ器は瞬く間に普及し、デジタルオーディオもカラオケに続いて普及し、両者は結合し、新しいデジタルカラオケ、通信カラオケなどとして栄えた。70歳を越えて振り返ると最初に取り組んだ音楽の音場再生ばかりが忘れられたままである。そこでその実現に今一度取り組んでみようと思った次第である。

## Ⅲ-3. 音場再生に関する文献例

音場再生に関する文献例を表Ⅲ-1に示す。

表Ⅲ-1. 音場再生に関する文献例

1. AES プレプリント 1987年10月#2493 穴澤、高橋、クレッグ：「Digital Time-coherent Recording Technique」
2. JAS ジャーナル 1988年2月号 p16-19 寺島、岡田、穴澤：「32チャンネルデジタルコンサートのプログラムソースの制作」
3. 1989年10月 日本オーディオ協会発行オーディオAVガイド「4チャンネル再生のいろいろ」
4. JAS ジャーナル 2011年1月号 木下：「残響制御技術 Revtrina を用いた新しいサラウンド再生方式の提案」
5. JAS ジャーナル 2011年1月号 村山、浜田：「ステレオ再生を目的とした仮想音源生成技術」
6. JAS ジャーナル 2013年1月号 今井：「無反動スピーカーシステムについて」

## Ⅲ-4. 今後の回顧録の執筆予定

国立科学博物館は、我が国の科学技術（産業技術を含む）の発展を示す貴重な科学技術史資料や国民生活、経済、社会、文化の在り方に顕著な影響を与えた科学技術史資料の保存と活用を図るための調査研究を産業界・学協会と協力して行っており、資料の保存を図り、科学技術を担ってきた先人たちの経験を次世代に継承してゆくことを目的として、重要科学技術史資料の登録制度を実施している。この登録制度は「未来技術遺産の登録」とも呼んでおり、オーディオでこれまでに登録されたのは1件のみであったが、本年9月に多数のオーディオ関連資料が登録される予定である。本回顧録の当初の予定では9月にコムフィルタを扱う予定でいたが、先送りさせていただき、9月にはオーディオ関連案件の重要科学技術史資料登録について説明を加えさせていただく。従って9月以降の予定は以下ようになる。

2015年9月予定

## IV. オーディオの重要科学技術史資料登録について

2015年11月予定

V. 音質悪化の主要因；デジタルでもまだまだ続く音質改善  
～改善すべき音質劣化要因は変調雑音とコムフィルタ効果～

2016年1月予定

## VI. 我が恩師と我が師匠について

～伊藤毅、ピーター・ヴィルモース、エドアルド・ヘルツオーク～

2016年3月予定

VI. 驚異の風力音楽コンピュータ

～ドイツ、オランダ、デンマーク他の名オルガンを訪ねて～

2016年5月予定

VII. 壁が崩れると思った1985年2月15日、

～ドレスデン・ゼンパー・オペラの復興プロジェクトに参加して～

2016年7月予定

VIII. 演奏家の思い出

～スメタナ弦楽四重奏団、ヨーゼフ・スーク、マリオ・ジョアオ・ピレシュ他～

2016年9月完結予定

IX. エピローグ

～今後の音質改善への期待～