

Japan
Audio
Society

JAS

journal

平成24年11月1日発行
通巻418号
発行 日本オーディオ協会

2012

Vol.52 No.6

11

「オーディオ・ホームシアター展」終了にあたって

実行委員長 加藤 滋

「オーディオ・ホームシアター展」見聞記

村瀬 孝矢

Swept-Sine 信号を用いたスピーカの動的歪み測定法

佐々木 徹、高田 寛太郎、中島 平太郎

7月号・峯岸英雄氏のダミーヘッドマイクに関する投稿記事について

春井 正徳

連載 「テープ録音機物語」

その66 ドルビー ノイズリダクション

阿部 美春

連載 『試聴室探訪記』 第14回 番外編

～谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界～

秋葉原ラジオセンター（東邦無線） 谷口 とものり・森 芳久

イベントレポート

千代田区民講座 第一回「音のサロン」開催される 渡邊 哲純

JAS インフォメーション

前会長 鹿井信雄さんを偲ぶ会が行われました

君塚 雅憲



一般社団法人

日本オーディオ協会



12月6日
音の日



(通巻 418 号)

2012 Vol.52 No.6 (11 月号)

発行人：校條 亮治

一般社団法人 日本オーディオ協会

〒101-0045 東京都中央区築地 2-8-9

電話：03-3546-1206 FAX：03-3546-1207

Internet URL

<http://www.jas-audio.or.jp>

- 3 「オーディオ・ホームシアター展」 終了にあたって
実行委員長 加藤 滋
- 5 「オーディオ・ホームシアター展」見聞記 村瀬 孝矢
- 10 Swept-Sine 信号を用いたスピーカの動的歪み測定法
佐々木 徹、高田 寛太郎、中島 平太郎
- 18 7月号・峯岸英雄氏のダミーヘッドマイクに関する
投稿記事について 春井 正徳
- 23 連載 「テープ録音機物語」
その66 ドルビー ノイズリダクション 阿部 美春
- 35 連載 『試聴室探訪記』 第14回 番外編
～谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界～
秋葉原ラジオセンター（東邦無線）
谷口 とものり・森 芳久
- 37 イベントレポート
千代田区民講座 第一回「音のサロン」開催される 渡邊 哲純
- 38 JAS インフォメーション
前会長 鹿井信雄さんを偲ぶ会が行われました 君塚 雅憲

11 月号をお届けするにあたって

10月19日（金）～21日（日）に開催しました「オーディオ・ホームシアター展」は多くのご来場者をお迎えし無事に終了しました。本号では、今回の音展の速報をお伝えすべく毎回 見聞記をお寄せいただいている村瀬 孝矢さんにご寄稿いただきました。盛況であったセミナーの内容記事などにつきましては、次号以降でご紹介する予定です。

7月号に掲載しました峯岸 英雄氏の「ダミーヘッドを作って見よう」の記事に関連して、春井編集委員からご意見とヘッドホン聴取における問題提起をいただきました。

音源の忠実再生を目指したバイノーラル方式、トランスオーラル方式、ヘッドホン聴取における課題などは大変興味深いテーマです。JASジャーナル誌上が論議の場になることを期待していますので、会員、読者の皆様のご意見をお寄せいただきますようお願いいたします。短いコメントでも結構です。 jas@jas-audio.or.jp に編集事務局宛と明記してお送りください。編集委員会で整理し誌面に掲載させていただきます。

編集事務局

☆☆☆ 編集委員 ☆☆☆

(委員長) 君塚 雅憲

(委員) 穴澤 健明・伊藤 昭彦 ((株) ディ-アンドエムホールディングス)・稲生 真 ((株) 永田音響設計)・
大林 國彦・春井 正徳 (パナソニック (株))・川村 克己 (パイオニア (株))・高松 重治 (アキュフェーズ (株))・
濱崎 公男 (日本放送協会)・藤本 正熙・森 芳久・山崎 芳男 (早稲田大学)



オーディオ・ホームシアター展 終了にあたって

日本オーディオ協会 副会長
オーディオ・ホームシアター展 実行委員長

加藤 滋



10月19日(金)～21日(日)に開催いたしました「オーディオ・ホームシアター展」にご来場を頂き、誠に有り難うございました。好天にも恵まれ好評のうちに無事終わることが出来ました。これもひとえにご出展社、各種催事関係者、会場運営関係の皆様方のご支援とご協力があったのことに関係者一同感謝をし、心から御礼を申し上げます。

総入場者数は3日間で27,500人(前年26,600人)と昨年を3.4%上回るファンの方々が来場され、大いに楽しんで頂きました。

詳細な分析は今後に委ねますが、今年の特徴として当日登録者数は微増に対し、事前登録者数が前年比158%と大幅に伸びています。

これは、日本オーディオ協会創立60周年に因んで「音の歴史館」の展示と講演、「日本プロ音楽録音賞エントーリー作品ディスク試聴会」、「ブルーレイオーディオ等ハイレゾデスク試聴会」、大編成プラスバンドによる「ライブレコーディング体験会」など、記念プログラムを組んだことや、昨年導入した「音のサロン」が好評で昨年入場できなかった人が出たことなどから、目的を明確に持ったファン層が早めに登録し来場したものと推測できます。

総入場者数でも初日が6400人(前年比125.5%)、2日目11900人(前年比101.7%)、最終日9200人(前年比93.9%)と日にち別に見ても同様に推測できます。一方、会場別推計ではUDXビルは最終日まで入場者が途切れなかったことは、フリーの若年層を最後まで引き付けられたことと認識できます。反面、富士ソフトビルでは最終日は早く来場者が引けたことから目的明確者であったといえます。また、入場者の年齢層は昨年と比べ完全に若返っているものと認識できました。

UDXビルでは、特に3回目となる協会テーマブースである、PC オーディオ、DLNA、モバイルオーディオ、配信コンテンツのコーナーや、最新カーオーディオ試聴ブースは順番待ちの行列が出来るなど、特に若い人たちに人気を博していました。一方、事前告知方法や当日会場周りの案内及びお客様への接遇など、まだまだ改善しなければならない事項も多々見受けら、お客様やご出展の皆様にご不便や、ご不快の念を与えましたことを心からお詫びを申し上げます。

次年度の開催予定につきましては今次報告がまとも次第、ご案内をさせていただきます。



<オープニングセレモニー>



<UDX 会場風景>



<音の歴史館>



<音のサロン>



「オーディオ・ホームシアター展」見聞記

村瀬 孝矢

●今年も「音展」が開かれる

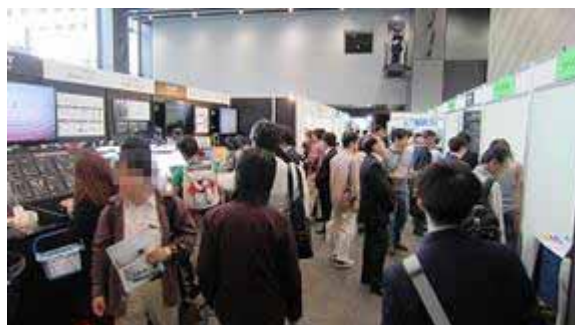
今年も昨年同様に同じ場所と時期に「音展」(オーディオ・ホームシアター展)が開かれた。秋葉原電気街を抱えるこの場所での開催はこれで4回目、その規模はUDXビルと富士ソフトビルの2つを使用したのも例年どおりだ。集合ブース中心のUDXと試聴ルームとセミナー中心の富士ソフトと分かれたセッティングも、皆さん手慣れてきたようで来場者も比較的スムーズに向かっていた。

そんな会場で目立った傾向は、UDXでの1フロア化した集中展示方法としたこと、富士ソフトでのセミナーや試聴会などの増加である。ただ単にオーディオコンポを眺めるだけでなく、じっくりと聴いてもらおうという主催者側の姿勢がよく見えるようになったことだ。これを良く示したのが、前回から実施するようになった合同出展スタイルによる「音のサロン」会である。3日間を通して連日、富士ソフト7階で催された会は立錫の余地もないほどの盛況ぶり、オーディオと音楽の関係が切っても切れないことを裏付けた。なお協賛メーカーは11社とされるが、オーディオの1つの醍醐味である異種メーカーによる組み合わせコンポシステムの音に触れられるというのが好まれた結果と思う。なおこうした動きは協会側の意図も反映したと思われるが、セミナーや試聴会をより重視して行こうとする姿勢がうかがえ好ましいと思った。

●PC&ネットオーディオ人気とオーディオの小型化が促進

「音展」の華でもある集合ブースの集まるUDXの2Fの1フロアは約50社以上が参集した一大イベント場である。

構成はカーA&V、PC&ネットオーディオ、モバイルオーディオ、小型オーディオ、ホームオーディオと、大きく5つに分けられるが、そのコーナー毎の展示内容が把握しやすくできていたと思う。華やかなのはカーA&Vコーナーだが何せモノがモノだけに大掛かりな設置ブースにきらびやかさが加わり、貴重な音体験もできると人気であった。



UDX会場



三菱電機 DIATONE カーAV コーナー



パイオニアカロッツェリア カーAV コーナー



富士通テンエクリプス カーAV コーナー

そして、オーディオの目的ということでは、各種多様なスタイルのオーディオコンポが集まるこの会場の賑やかさから、関心の高さをうかがうことができる。なお昨年からつづく傾向だが小型コンポへ傾倒するという流れは止まっていないと感じた。PC & ネットオーディオの配信オーディオ系システムが高音質化を目指すものの、ヘッドフォンオーディオが強まる傾向を抑えられず、結果的にパーソナルオーディオ環境の隆盛を招いているということになる。

その PC&ネットオーディオ分野で見られたのは一種の踊り場的な雰囲気であった。昨年のような熱気を感じるまでには至らず、ブース拡大へとつながっていないところにこれがかがえる。ここに参加したメーカー数は 22 社とほぼ昨年と同数というところがこれを物語っている。オーディオを趣味とする高齢者層がこの分野に踏み込んでいないことが原因の 1 つなのだろうと思う。もっともっと広がっているのかと期待していたが、こうした一段落という現状をどう捉えればよいのか、今後に課題を残したと受け取って良いだろう。

小型オーディオは会場の制約もあるのか出展者数は 11 社ほどでほぼ昨年と同程度だった。そこでもヘッドフォンオーディオにさらに波及した傾向が見られたし、またより小型コンポに関心が高まっているという印象を受けた。デジタルオーディオの産物なのだが、小型コンポでも十分以上に良い音で音楽鑑賞できることを具体化したとも受け取れる動きである。

ホームオーディオは 15 社ほど出展していたが一部は富士ソフトのセミナールームでイベントを行うなど積極参加しているメーカーもあって良かった。出展するだけでなく音も聴いてもらいたいという強い希望が生まれているのである。前回同様に UDX にも試聴ルームが設けられているものの、今回はそこがホームシアター体験室とされたこともあり別会場でセミナーを実施するという動きにつながったようである。



PC&ネットオーディオ系の協会テーマコーナー



ホームオーディオコーナー



小型オーディオ機器コーナー



ホームシアター体験コーナー

なおこの UDX 会場は時間を掛けてじっくり見ることをお薦めしたい。それは小型コンポならではの豊富なアイデアを盛り込んだ製品が見つかることも期待され、あなたのオーディオシステムの改善のためのヒントが見つかると思うからである。

●昨年につづき盛況な「音のサロン」

そして例年のようにピュアオーディオ系は富士ソフトビルに試聴室を設けていた。この富士ソフトビルでおやっと思ったことが1つある。それが入ってすぐに設けられてきたジャンク市が消えていたことだった。いきなりジャンクでもないだろうと昨年指摘したのだが、今年は参加見送りとなったようで、これを楽しみにしていた方には残念なことだが肩透かしとなった。このようにすべて無くすのではなく、他の適した場所に設置するという方向にし、次回は復活させても良いかと思うがいかがだろうか。



「音のサロン」会場

工作教室は最初の頃から人気のコーナーである。例年の子ども向け工作教室に加えて、2年前から大人の工作教室も併設されるようになり関心度も上がった。子ども向けといっても小・中学生が対象の「エコ付きカラオケアンプを作ろう」や、高校生以上が対象の「高級オリジナルイヤホンの組み立て」など、本格的なオーディオ製作に足を踏み入れることができるかと熱も入っていた。いずれも定員の制限があること、参加費が必要ということから、事前申し込み制としているが早い段階で埋まるという。またアンプ製作などは秋葉原駅前商店街振興組合が主催者であり、その面からも協会と電気街の連携性の良さを見て取れる。



「エコ付きカラオケアンプ」工作教室

そして5階以上がピュアオーディオ系の展示・試聴ブースである。各部屋1社という配置は例年どおりで熱心なファンが詰めかけるブースである。各社はともに主要コンポを試聴してもらいたいという気持ち表れた熱心な説明がなされるため、滞留者が多くなる傾向が強く、いつものことだがただ覗くだけで通り過ぎるという方も多くて残念に思うところである。ビル反対側の会議室を使うグループは、広めな部屋なことから出展者はまずここを希望するだろうが、ここを確保するには抽選などもあり思うようには行かないのだろうと思う。それでも数社合同にして試聴会を開くというメーカー間の調整あるようで、好ましい動きだと思った。

6階はいずれも広い部屋を使用することから、ある意味これが本来のオーディオ展かも知れないと思った。それでも試聴会などは人数制限を採用した整理券式なので、注目コンポなどを試聴しようと思かける方は時間に余裕を持っていないといけなかった。なお毎年のように参加してきたパナソニックブースが今回は出展会場を変えており、(UDX会場に移動し出展) ちょっと寂しい思いをした。これと対抗してきたソニーは4Kプロジェクターのホームシアター、ピュアオーディオルームと2つのブースを設けており、熱心なファンに答えていることを思うとパナソニックの富士ソフト会場の出展復活を願う気持ちになった。



パイオニア TAD 試聴室



ソニーホームシアター視聴室

そして「音のサロン」の大盛況ぶりは先に述べた通りだが、代わるがわるいろいろな音に関する催しが行われ、来場者らは休息も兼ねつつ目でオーディオが楽しめるという雰囲気好まれたようである。会場は約80名ほどの椅子席が用意されるが連日満席なのである。もっとも3日間で内容が異なっ

たのであらかじめ演目を調べて行かないと、目的のものを楽しめないのが注意が必要である。これはパソコンなどネット環境が整っていないと調べられない、この辺がオーディオファンとどう整合させるか課題だろうと思った。告知など先行したPRをどのようにするか考えないといけな

●セミナーも人気だった

今年も富士ソフトビルの5階アキバホールと6階セミナールームの2つを使って行われた各セミナーが盛況であった。協会主催の「ホームシアター」や新しい音源である「BDオーディオソフト」、さらに専門誌セミナーによる「CD30年を聴く」、「ネットオーディオ情報」、「ガラスCDを聴く」、「真空管アンプ試聴会」などから、出展社による個別のセミナーなど、いずれも満員という具合でオーディオファンの貪欲な情報収集力を感じることができた。

アキバホールでは日曜日に恒例となった「生録会」(ライブレコーディング体験会)も行われた。ビギナーの方、大歓迎と称して開かれたが、各デジタルレコーダーメーカーの協賛により機材の貸し出しもあり盛況であった。特に今年は音源がオーディオファン待望とも言える大編成の吹奏楽団となったので申し込みも多数であったと聞く(録音参加費500円)。

録音会は当日2回の実施、参加人数は合計110名(リスナー参加もOKでこちらは200名)とさすがホールならではの催しである。ここは音響的な環境も整っており、円形ステージに階段式座席という条件の良さもありオーディオ展示会らしい催しである。



ライブレコーディング風景



最近のオーディオ音源の動向について



出版社セミナー

●ホームシアターの話題

ホームシアターは展示会のもう1つの柱にしているが、昨年以上に今年は出展が少なくなったのが残念だった。それでもソニーが昨年ここに間に合わなかった4Kプロジェクターを持ち込み、4Kの高精細で美しい映像世界と本格サラウンドシアターを見せていたことは良かった。ライバルらがホームシアターを提案していなかっただけにビジュアルファンを喜ばせたのではないかと思う。ホームシアターは薄型テレビの大型化によりテレビによるホームシアターで充足されてしまった感もあるが、実際は調査資料によると大画面テレビのシアターに刺激を受けスクリーンシアターを考えたいと言う方が増えているといい、今後もファンが定着すると見込まれるだけにもっと多くの参加メーカーを募りたい。

BDソフトやBSデジタル放送など高画質なハイビジョン映像世界が整っており、またホームシアター用プロジェクターも手頃な価格で揃うようになっており、火が消えるどころか支持するファンも多くおられるのだと、無視しないように心掛けたいものである。

●まとめ

秋葉原という会場、無料という2つのプラス要因もあり「音展」(オーディオ・ホームシアター展)はこの世情の中で集客力も強い展示会である。

高齢化しているオーディオファンも多いが、ネットやデジタルオーディオとヘッドフォン試聴スタイルが広まったことから若いファンも増えてきている。特に小型オーディオ機器はそうした層に人気があり、ヘッドフォンともども拡大する感じを受けたのが今回の特徴でもあった。これがオーディオの醍醐味とも言える家庭内オーディオシステムへとつながって欲しい気もするが、そうした魅力的なモデルが見られる場が少ない印象を受けたことは少し残念でもあった。

海外モデル勢がもう1つの展示会へ流れているという指摘が毎回されるのだが、これらと何とか合同できないものだろうかと思う。ファン層が違うといえそうなのだが、オーディオファン全体からすれば小型から大型の未来的モデルなど同一の関心事なのであるからだ。それに一向に収まらない不景気という経済状況は足を遠ざけることになってもその逆はないのであり、それに打ち勝つ意味でも、展示会の魅力を一層高めなければならない時期になっていると考えるのである。

Swept-Sine 信号を用いたスピーカの動的歪み測定法

ビフステック(株)

佐々木 徹、高田 寛太郎、中島 平太郎

1. はじめに

従来、スピーカの歪み測定は無響室で正弦波信号を加えたときの高調波歪みや混変調歪みを計測していた。これらの測定値と試聴結果との間に相関が低い事例も多く、また試聴時には定常的な正弦波信号ではなく音楽や音声信号を用いることを背景に、二階堂らは動的歪測定法を提案した[1]。これは狭帯域成分を消去した広帯域信号音を被測定系に加え、消去帯域内に生ずる歪み成分を計測するものである。

その後、今岡・大賀は試験音として Pink-TSP 信号を用い、インパルス応答を利用して小型スピーカの動的歪みの測定法を提案している[2][3]。

本研究では、これらの研究を参考に、スピーカの動的歪みの主因となる帯域を特定できる測定法について検討した結果、試聴試験との対応も考慮し、小音量で十分な歪み検出感度をもつ試験音を見出した。その適用例としてスピーカ・キャビネット形状による動的歪みの違いを観測した。

2. 動的歪測定法

従来の動的歪測定法の原理を図 1 に示す。試験音として二階堂[1]は番組音または広帯域雑音を、今岡ら[2]は Pink-TSP 信号を用いた。それらの一部狭帯域成分を消去して被測定系に加え、当該狭帯域内に生じた歪成分を帯域通過フィルタで取り出し測定するものである。

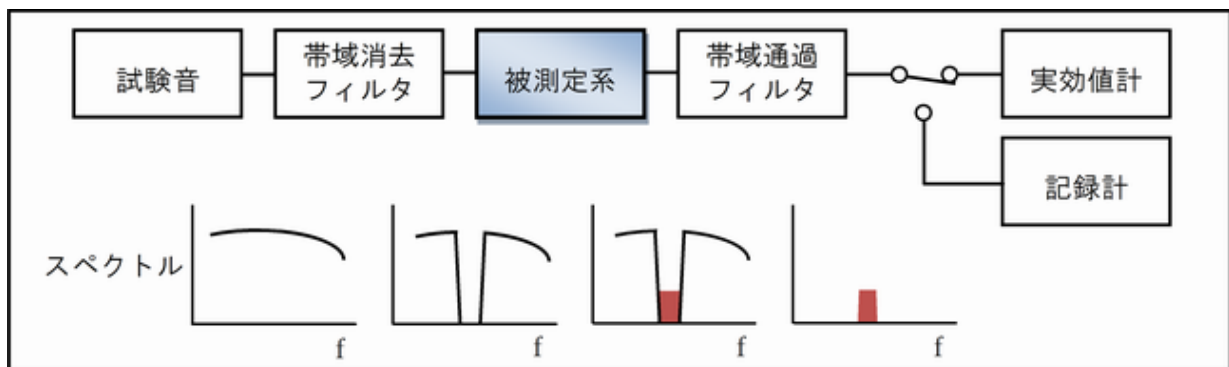


図 1 動的歪測定法の原理図 [1]

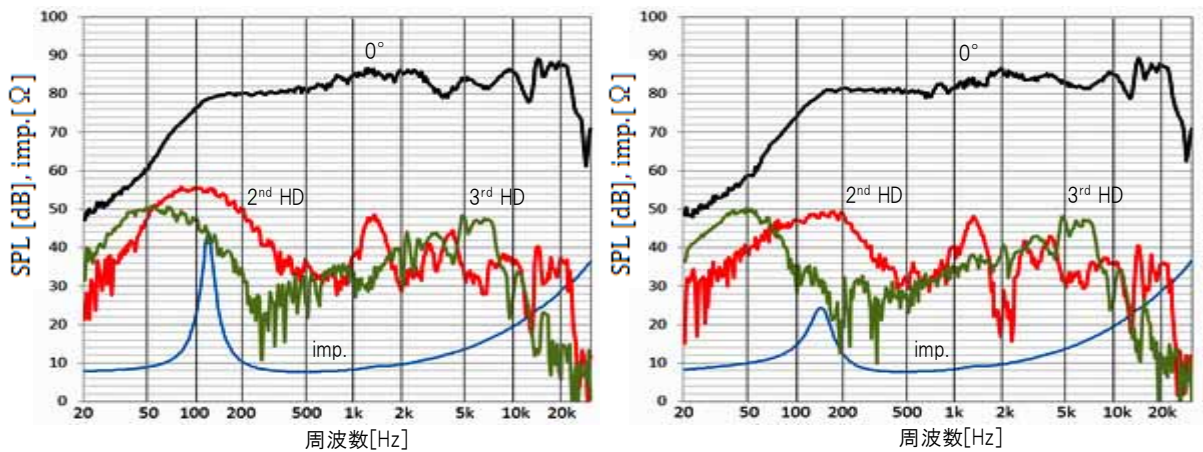
3. 被測定スピーカ

今回の実験では、口径 8cm、公称インピーダンス 8Ω のフルレンジ・スピーカユニット(Tang Band W3-593SG)を使用した。このユニットを箱型キャビネットと卵型キャビネット(写真1)に交互にマウントして測定する。無響室にて入力 1W、距離 1m で測定した周波数特性を図 2 に示す。



(a) 箱型キャビネット (b) 卵型キャビネット

写真1 供試スピーカ外観



(a) 箱型キャビネット

(b) 卵型キャビネット

図2 供試スピーカ周波数特性

4. 測定用試験信号

スピーカ測定用試験音として TSP (Swept-Sine)信号、Pink-TSP (log-Swept-Sine)信号、flat-log-Swept-Sine (以下、flat-LSS)信号を使用した。

TSP 信号は次式のスペクトルを IDFT して得る。

$$H(n) = \begin{cases} \alpha_0 \exp(-j4\pi mn^2/N^2) & 0 \leq n \leq N/2 \\ H^*(N-n) & N/2 < n < N \end{cases} \quad (1)$$

Pink-TSP 信号は次式のスペクトルを IDFT して得る。

$$H(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ \exp(-jan \log(n)) / \sqrt{n} & 0 < n \leq N/2 \\ H^*(N-n) & N/2 < n < N \end{cases} \quad (2)$$

flat-LSS 信号は次式のスペクトルを IDFT して得る。

$$H(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ \exp(-jan \log(n)) & 0 < n \leq N/2 \\ H^*(N-n) & N/2 < n < N \end{cases} \quad (3)$$

ただし、(2),(3)式で $a(N/2)\log(N/2) = 2\pi m$ (m は整数)である。

これらの試験音の波形を図3に示す。

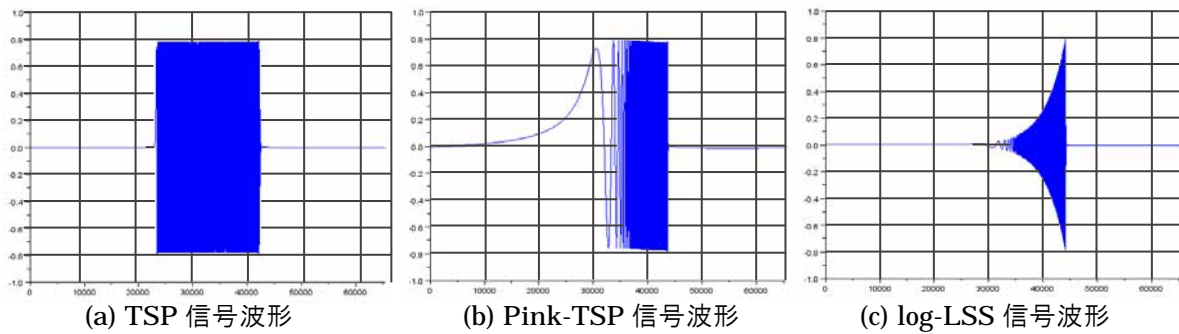


図3 測定用試験信号の波形

各信号を定義する(1)~(3)式中の整数 m は信号の幅を決定するパラメータで、例えばTSP信号の中央部の幅は $2 \times m$ で表される。この m を増減することにより実質的に掃引速度が反比例して変化する。

このとき各波形の実効値が \sqrt{m} に比例して変化するのので、これを加味して音圧換算する必要がある。

TSP信号($N=65536$, $m=19200$)を基準として各信号スペクトルの相対レベルを図4に示す。TSPとflat-LSSでは $m=19200 \mid 13576 \mid 9600 \mid 6788$ 、Pink-TSPでは $m=16000 \mid 11314 \mid 8000 \mid 5657$ と $1/\sqrt{2}$ 倍ずつ小さくしている。flat-LSS信号はTSP信号に比べ実効値が10dB低いことがわかる。

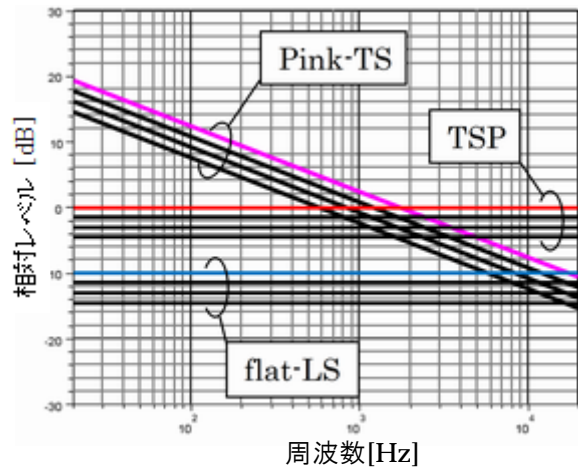


図4 各試験信号の相対スペクトル強度

各信号に対する帯域消去は(1)~(3)式の当該帯域のスペクトルをゼロとして波形生成した。

動的歪みの観測は、実験室(内寸 $W2.7m \times D4.5m \times H2.55m$)で行った。環境騒音の影響を減少させるため、これらの試験信号を32回繰り返し再生し、同期加算して応答波形を求めた。また、反射波の影響を減じるため、スピーカと測定マイクロフォンの間隔を15cmとしている。

5. 動的歪み測定結果

5.1. 従来の動的歪み測定結果

比較のため、図1の測定原理図に基づいて供試スピーカの動的歪みを観測してみる。紙面の都合上、flat-LSS信号による測定結果のみを図5に示す。

図5は、中心周波数を200~10kHzの間で1/3oct.間隔で設定し、消去帯域幅を1/2oct.、歪み検出のための通過帯域幅を1/3oct.として観測した結果である。各図とも上から0.24W | 0.06W入力時の音圧出力特性、0.24W | 0.06W入力時の動的歪み特性、そして暗騒音レベルをプロットしたものである。

これらの動的歪み特性から、キャビネット形状による違いは低音域で僅かに見られるものの、その歪みの由来などについては知ることはできなかった。

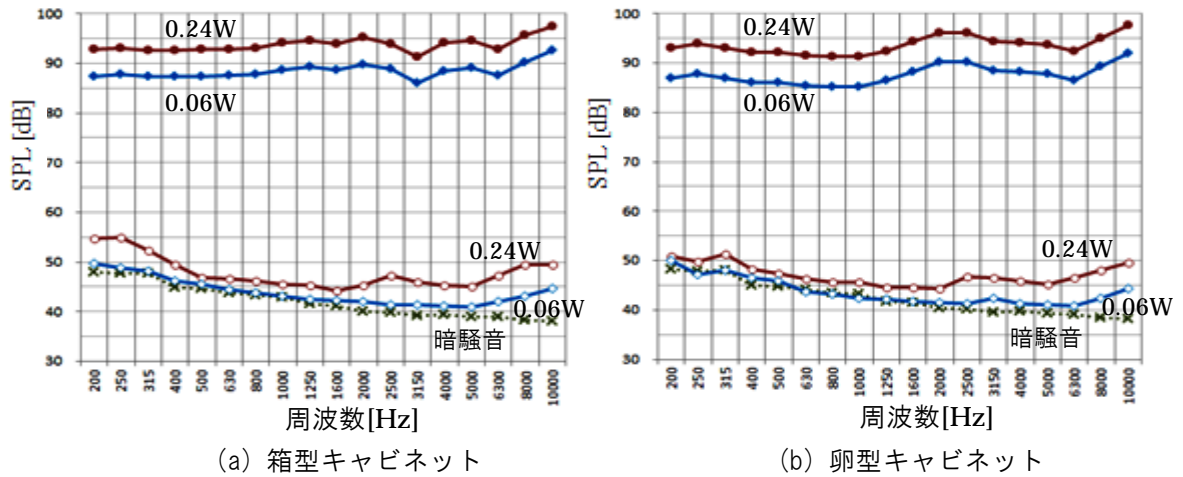


図5 従来の動的歪み測定結果

5.2. 提案する動的歪み測定法と測定例

従来法では信号成分を消去した狭帯域内に生ずる歪みを検出していたが、提案法では歪みの主因を探るために帯域を二分して低域側と高域側をそれぞれ消去した信号を作成し、信号成分を消去した帯域に現れた歪み成分を観測する(図6)。

分割する周波数は任意だが、今回は供試スピーカユニットの口径、指向特性や分割振動帯域と動的歪みとの関連を示唆する結果が得られるか試行するため、 $ka=0.3 \mid 1 \mid 3$ (波定数 $k = 2\pi f/c$ 、 a :半径)となる周波数 $f_c=520 \mid 1745 \mid 5200\text{Hz}$ を選択した。

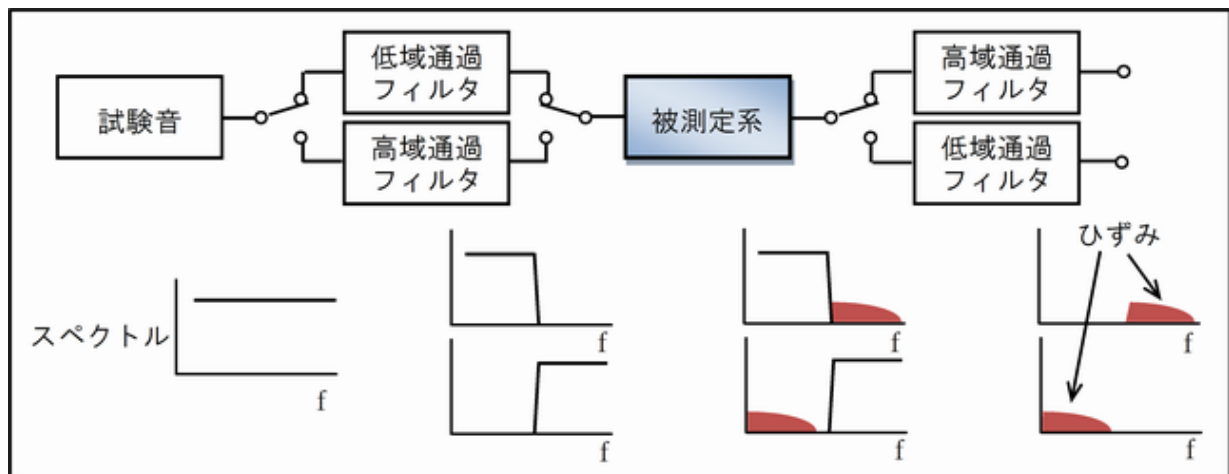


図6 提案する動的歪測定法の原理図

帯域消去した flat-LSS 信号を箱型キャビネットのスピーカに加えたときの応答スペクトルを図7に、卵型キャビネットのスピーカの場合を図8に示す。

これらを見ると、低域通過信号に対し遮断周波数以上の帯域に高調波歪みと考えられる歪みが現れ(各図の左側)、高域通過信号に対し遮断周波数以下の帯域、特に200Hz以下に歪みが現れている(各図の右側)。

供試スピーカの場合、前者の歪みについてはキャビネット形状による違いはほとんど見られないが、後者の歪みについては卵型キャビネットのスピーカのほうが約 5dB 低い結果となっている。

また、後者の歪みは遮断周波数にほぼ係わらずに現れている。3 つの高域通過信号の共通成分は 5.2kHz 以上の帯域にあるので、この歪みの主因はこの帯域での非線形動作にあることが示唆される。

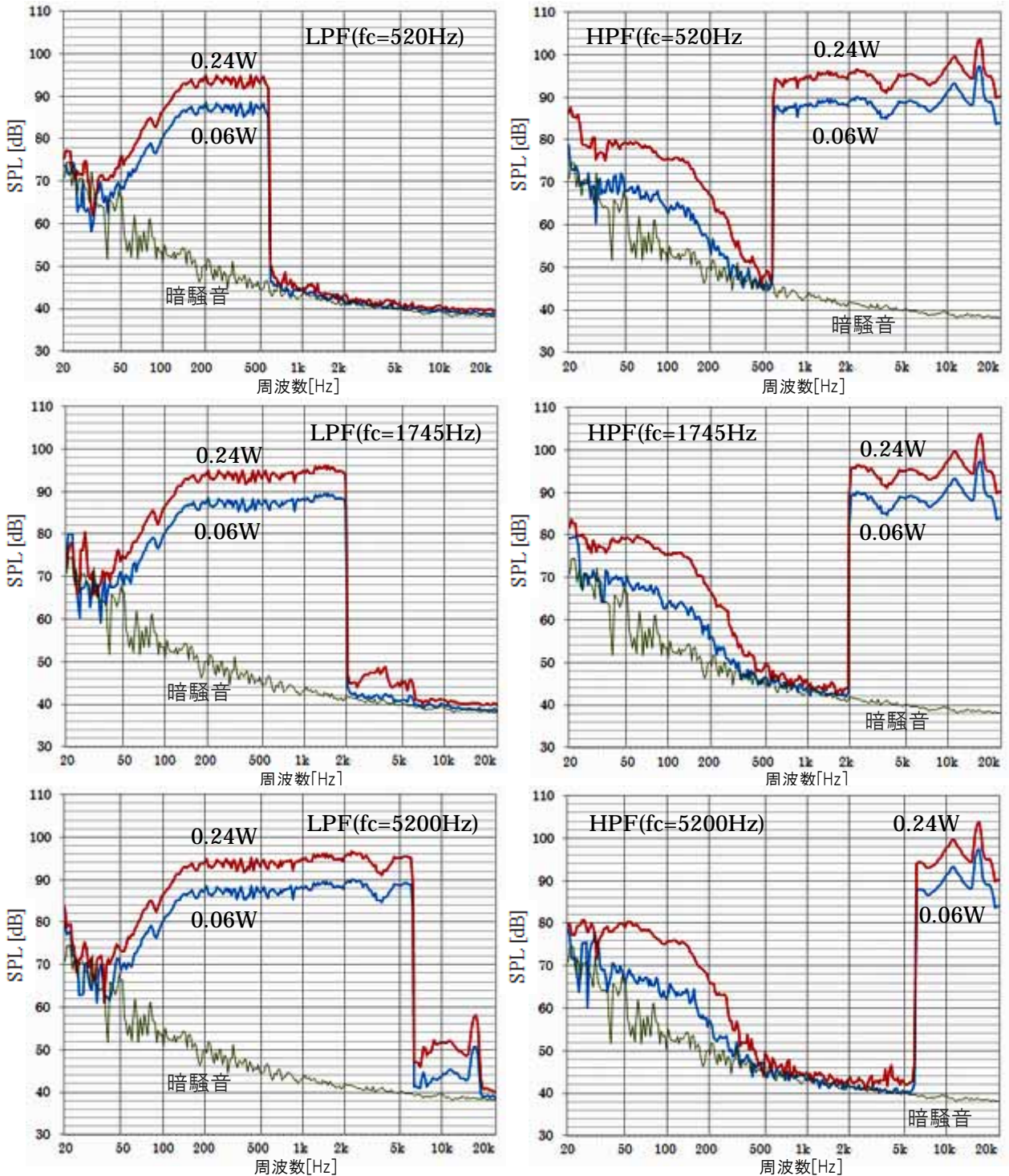


図7 帯域消去 flat-LSS 応答スペクトル (箱型キャビネット)

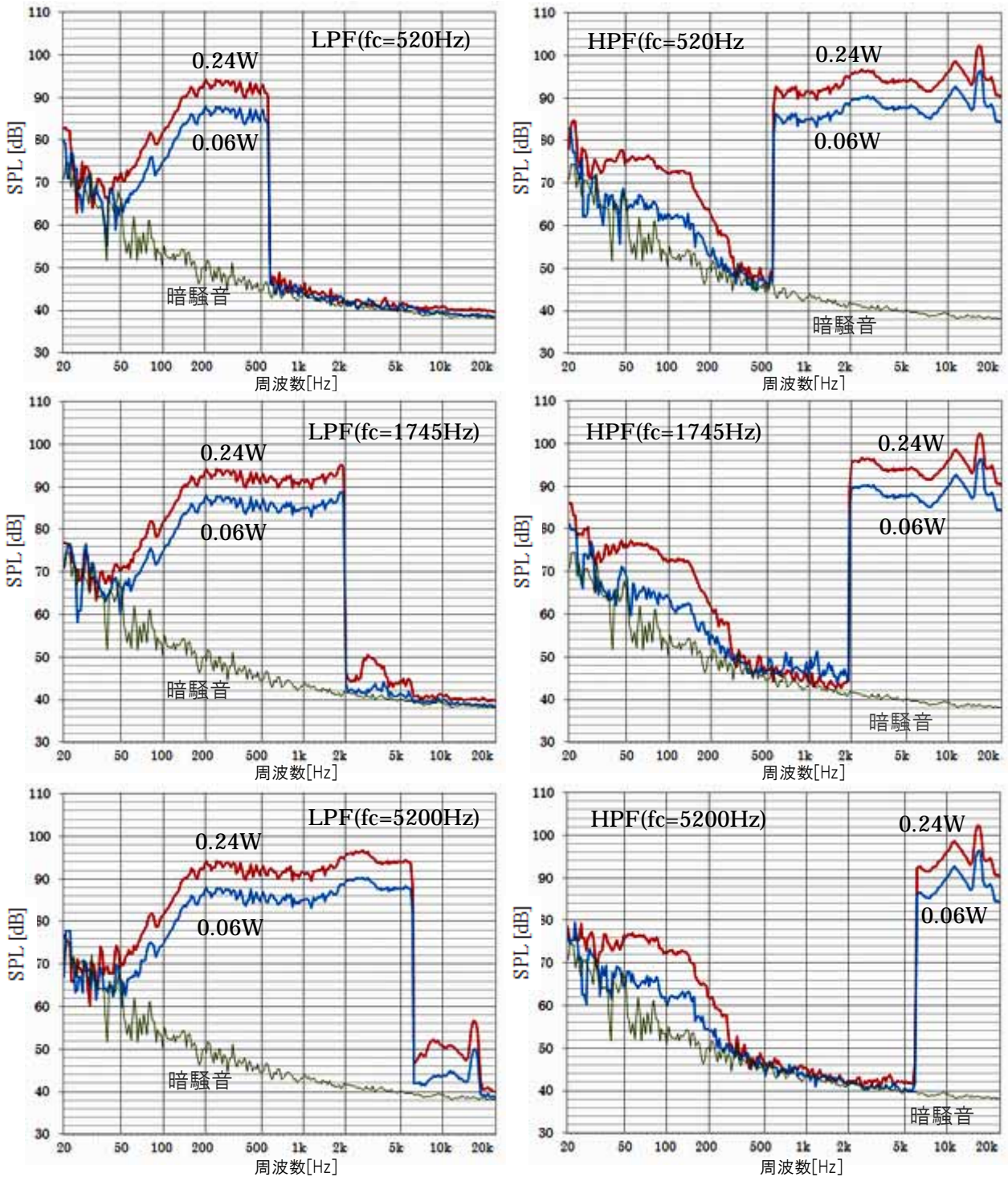
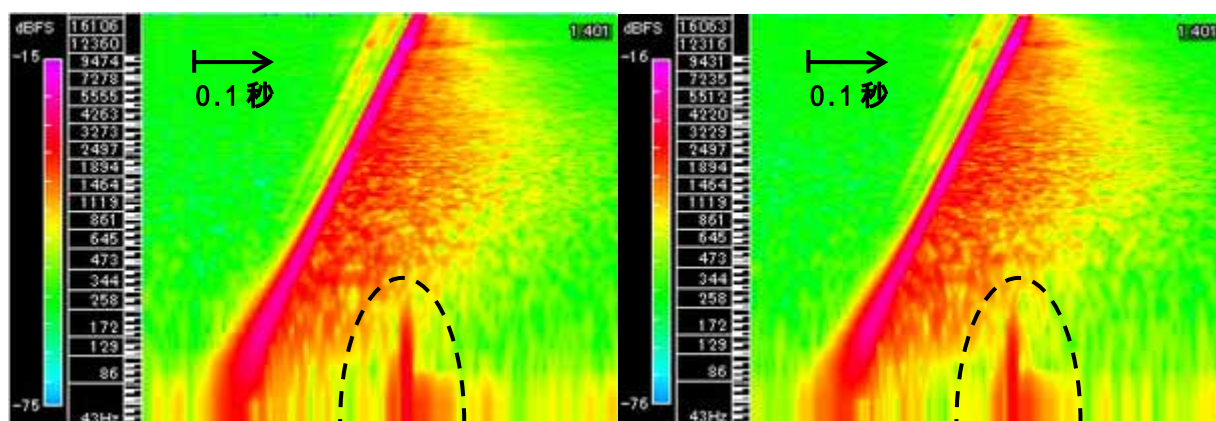


図 8 帯域消去 flat-LSS 応答スペクトル (卵型キャビネット)

確認のため、帯域消去しない flat-LSS 信号に対する応答スペクトログラムを観測した。図 9(a),(b)とも低域から高域に向けて (図の左から右に向けて) 掃引されたが、信号が高音域に達した時点で低域に歪み (図中の破線領域) が現れていることが確認できる。



(a) 箱型キャビネットのスピーカ

(b) 卵型キャビネットのスピーカ

図9 flat-LSS 応答スペクトログラム

なお、flat-LSS 信号の幅パラメータ m を増減して掃引速度を変化させると、図 10 のように歪みの出現帯域が変化することも実験から分かった。

6. 考察

今回の実験で得られた結論は以下のとおりである。

- (1) 狭帯域消去信号に対し当該狭帯域成分を検出する従来の手法よりも、帯域通過信号に対し遮断域に現れる歪み成分を検出する提案手法がその歪みの由来を特定しやすい。
- (2) 提案する flat-LSS 信号はその振幅スペクトルレベルが低いにも関わらず十分な検出感度をもつ。
- (3) 低域通過 flat-LSS 信号に対し高域側に現れる歪みは高調波歪みであると考えられ、信号の掃引速度には影響されない。一方、高域通過 flat-LSS 信号に対し低域側に現れる歪み成分は高音域ピークに対応して現れ、歪みの出現帯域は掃引速度に依存する。
- (4) キャビネット形状として箱型と卵型を比較すると、卵型キャビネットのスピーカのほうがこれらの歪みが低いことがわかった。

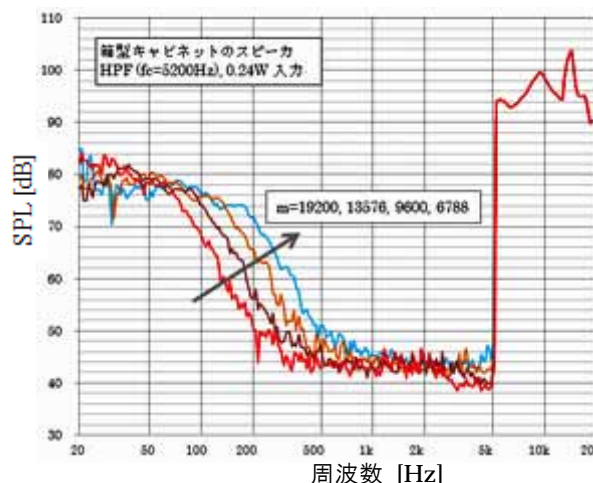


図10 幅パラメータ m によるスペクトル変化

7. おわりに

帯域消去 flat-LSS 信号による動的歪み検出法について提案したが、歪み発生の詳細な仕組みや試聴結果との関連について今後検討していきたいと考えている。

また、この手法をスピーカのみならず音響機器全般に適用し、その音質改善に有効か検討していきたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたりご助言いただいた弊社社長 井橋孝夫氏、並びに無響室の利用でご協力いただいたソニー(株)、フォスター電機(株)に深く感謝致します。

文 献

- [1] 二階堂誠也, 市川満, 中村秀夫, “音声伝送系における非直線ひずみの検知ならびに測定法”, NHK 技術研究 vol.27, No.2, Ser. No.145 (1975) 別刷 pp.1-34.
- [2] 今岡啓一, 大賀寿郎, “音響機器の動的歪のデジタル測定法”, 日本音響学会講演論文集, pp.567-568 (2004.9).
- [3] 今岡啓一, 大賀寿郎, “小型スピーカにおける動的歪と高調波歪の関係とその解析”, 日本音響学会誌 65 巻 1 号 (2009), pp.15-22.
- [4] Carsten Thomsen and Henning Moller, Swept measurements of harmonic, difference frequency and intermodulation distortion, Bruel & Kjaer application notes 日本語版, pp.1-15, 1978.
- [5] 小谷野進司, “高音用スピーカの歪み発生要因の検討”, PIONEER R&D, vol.13, No.2, pp.63-68, 2003.

執筆者プロフィール



中島 平太郎

1921 年生まれ。1944 年 東京工業大学卒。1947 年 九州大学大学院修了。
日本放送協会、SONY などを経て 2006 年よりビフレストック(株)会長。
音響技術研究、CD などデジタル録音再生技術の研究開発。
1993 年 4 月に CD の開発に対して紫綬褒章受章。



高田 寛太郎

1948 年生まれ。1972 年 東京工業大学卒。同年 SONY 入社。
音響・振動解析、マイクロフォン、ヘッドフォン、スピーカ、業務用オーディオ機器の研究開発。2008 年よりビフレストック(株)。
趣味はドライブと水泳。



佐々木 徹

1952 年生まれ。1974 年 千葉大学 電気工学部卒業。同年 SONY 入社。
マイクロフォン、ANC など音響信号処理の研究開発、及び知的財産業務。
2010 年よりビフレストック(株)。
PC 指導のボランティア活動にも従事。

7月号・峯岸英雄氏の ダミーヘッドマイクに関する投稿記事について

JAS ジャーナル編集委員
春井 正徳

1. はじめに

7月号の峯岸英雄様からの「ダミーヘッドを作ってみよう」の記事を興味深く拝見いたしました。愛らしいダミーヘッド達には何の偏見もありませんし、オーディオファンとして、自分の耳で聴かれて納得の音が取れているのならば何の問題もないのですが、日頃私が問題視している点について、気になった記載がありましたので、コメントさせていただきます。

2. 音源方向定位と頭部伝達関数

まずは、復習から。

「おい、〇〇さん！」と右斜め後方から声をかけられたとします。ほとんどの方は、迷わず右斜め後ろを振り向かれることでしょう。水平面上のどの方向から音が聞こえてくるかは、左右の耳に聴こえる音の大きさの差（両耳間レベル差）と音が到達する時間差（両耳間時間差）によって判断していると考えられます。詳しい話は、専門的な本（例えば文献[1]）に譲るとして、右の方から聴こえる音は、頭によって遮られない分、左耳より右耳の方が大きく聴こえるし、鼓膜に伝わるのも左耳より右耳の方が早いことは容易に想像できると思います。人間の耳は、というか、脳を含めた聴覚は、すばらしくて、左右の微妙な音の大きさの差や聴こえるタイミングの差を聴き分けて、数度の精度で音の到来方向を判別できるようです。これは、両耳間時間差でいうと、音源位置の5°の差を聴き分けられるとして10 μ secのオーダーで聴き分けていることになります。

ここまでの理屈で、ダミーヘッドを作って、バイノーラル録音をしようとする、何も人の頭の形に似せて作る必要はありません。人の頭とほぼ同じ大きさのボールに、おおよそ耳に当たる直径の両端位置に穴を開けてマイクを取り付ければ、両耳間レベル差と両耳間時間差とは記録できますので、その音をヘッドホンで聞けばある程度の左右の定位が得られます。

しかし、このボールのダミーヘッドは前後対称・上下対称なので、録音された音も、前から聴こえてくるのか、後ろから聴こえてくるのか、あるいは上から聴こえてくるのか、の判断ができません。もう一度、最初に戻って、「おい、〇〇さん！」と声をかけられたシーンを想像してみましょう。普通の聴力の持ち主ならば、右斜め後ろから声をかけられたのか、右斜め前方から声をかけられたのか、あるいは、2階から声をかけられたのか、判別できると思います。両耳間レベル差も両耳間時間差もほとんどないのにどうやって、前後・上下の判別を行うのでしょうか？そこに、人間の頭は、前後非対称、上下非対称で、その非対称を強調するかのよう、耳介がついていることが関わっていると考えられます。非対称なので、音の到来方向によって、周波数特性に差がでることがキーになります。もちろん音圧差も生じますが、周波数特性の差を聴き分けて前後・上下の判別をしていると考えられています。音が音源から外耳道入口まで伝わる際の周波数特性を頭部伝達関数（HRTF, Head Related Transfer Function）と呼んでいます。

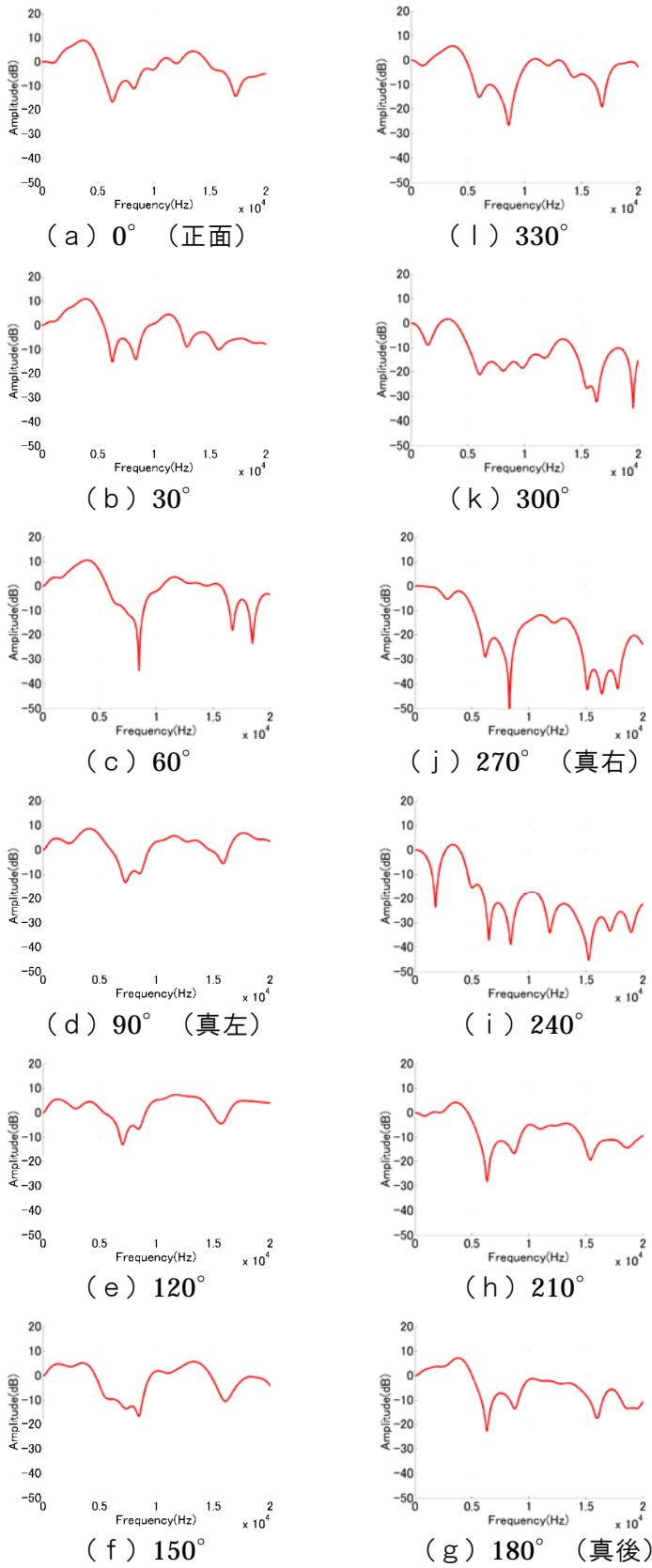


図1 筆者の左耳の HRTF
(水平面)

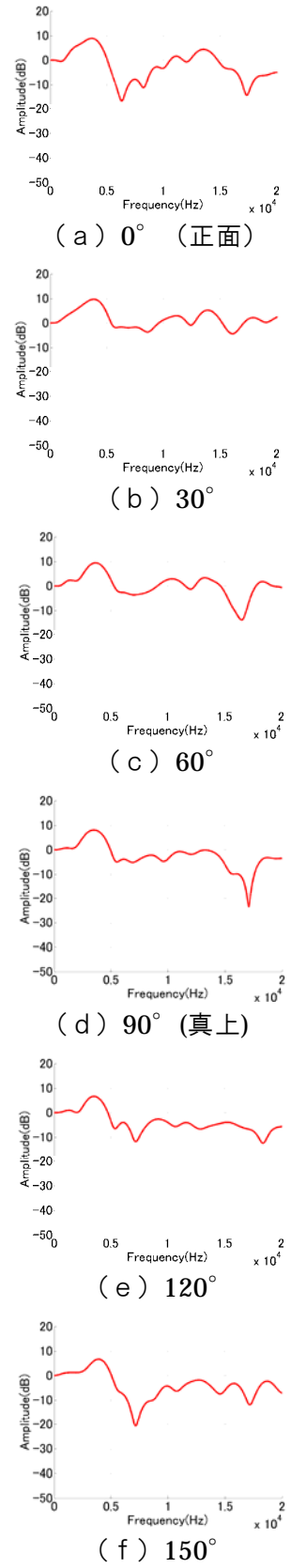


図2 筆者の左耳の HRTF
(正中面)

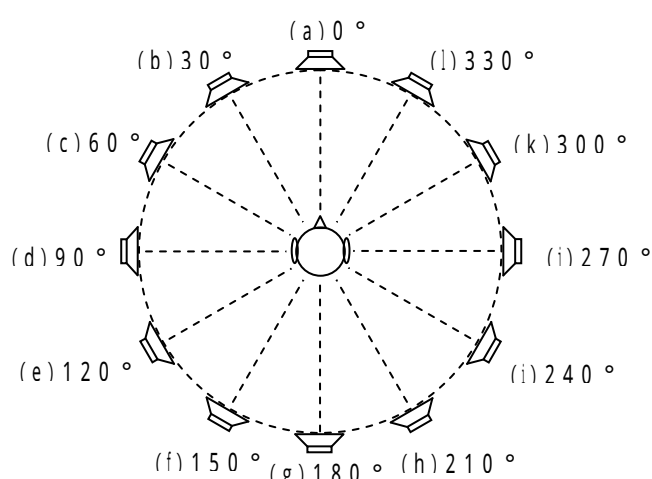


図3 水平面方向

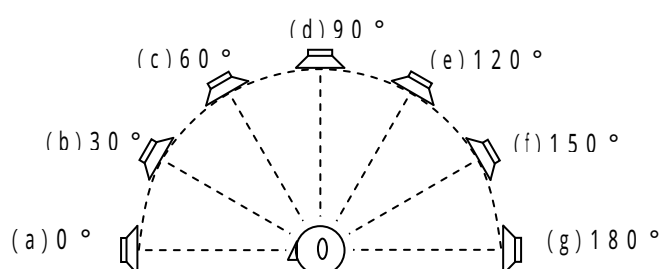


図4 正中面方向

筆者の左耳の HRTF を無響室で測定した結果を示します。図 1 は、図 3 に示すように耳の高さの水平面上で、音源を回転させたときの HRTF です。図 2 は、図 4 に示すように正面から頭の真上を經由して真後ろに至る面（正中面）での HRTF です。それぞれ 30° 間隔で表示しています。

縦軸は 1 目盛 10dB となっています。HiFi オーディオファンにとっては目を覆いたくなるような特性です。リスニングルームの定在波の影響による音響特性の乱れがしばしば問題になりますが、HRTF も同様に、あるいは、それ以上に無視出来ないと思います。両耳間レベル差と両耳間時間差は、あまり個人差は生じないのですが、厄介なことに、HRTF の個人差は非常に大きいようです。これは、主に耳の形状の個人差によるものと考えられています。

一般的な HRTF は、4kHz 辺りに大きなピーク（P1 と呼びます）があり、6kHz 以上の帯域にいくつかのディップがあります。この P1 にはあまり個人差がなく、耳介によって生じているのではなく、頭によって生じていると考えられます。それに対して、6kHz より上のディップは、現れる周波数も、ディップの深さも個人によってまちまちです。

ダミーヘッドでバイノーラル録音された音声を聴くときには、ダミーヘッドの HRTF とご自身の HRTF の差が問題になります。両耳間レベル差と両耳間時間差によって左右の定位が得られて、臨場感が増しますが、HRTF が合っていないと、前後、上下の定位が不明瞭になり、なによりも周波数特性が乱れた音声を聴こえます。このことはバイノーラル録音された音声、特に音楽を聴くときに大きな問題になります。

3. 峯岸氏の投稿記事について

作成されたダミーヘッドの周波数特性を測っておられましたが、測定方法によるものかダミーヘッドの特性によるものかわかりませんが、P1 も、6kHz 以上のディップも認められず、ノイズはあるものの比較的フラットな特性になっていました。その点が気になりましたので、コメントさせていただいた次第です。

実際の特徴がフラットなのだとしたら、ダミーヘッドの耳介の形状が適していないのではないかと思います。耳介の形がわかる写真が 2 枚ありましたが、ともに人間の耳介の形状に比べて平らで、外耳道入り口の位置もずれているように見受けられます。外耳道入り口周りの窪みの形

状が一番 HRTF に影響するようです。最近では DIY のお店で、耳型をとるのに必要な材料が揃いますので、一度ご自身と同じ形の耳の付いたダミーヘッドを試されてみては如何でしょうか。自分ひとりで自分の耳型を取るのには難しいのが問題ですが、手間をかけただけの効果は得られると思います。ただ、P1 は耳介の形状に依らずに、頭によって生じると考えられますので、本編で説明した測定方法を採用した場合にはこのピークがないことが説明できません。

仮に、反射のある部屋でホワイトノイズを流して測定したとするとこのピークが生じないのかもしれませんが、試しに、図 1 に示した水平面 12 方向の HRTF を平均したグラフを図 5 に示します。この図でも、P1 は認められ、音の到来方向に関わらず、P1 は生じますので、測定環境だけの問題とも言えないようです。

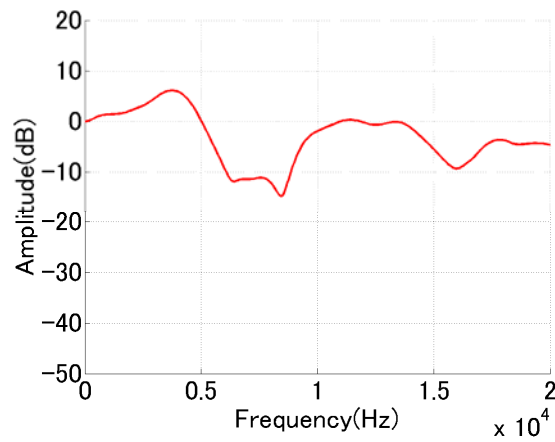


図 5 水平面の HRTF の平均

5. 課題提起

定位の問題を無視したとしても、HRTF による周波数特性の乱れはもっと問題にされるべきではないでしょうか。スピーカで再生された音声を聴く場合は、音源の信号に部屋の特性と HRTF とが掛け合わされた音声を聴くことになります。スピーカと部屋の相性がよくて、再生される音声をダミーヘッドでない普通のマイクで測定したときの周波数特性がいくらフラットでも、図 1 と図 2 に示したようにフラットとは程遠い HRTF を掛け合わせるので、外耳道入り口での音声はフラットになりません。

人間の脳の学習効果によって、自分の HRTF を掛け合わされた音声をフラットと感じるような補正が働いているのでしょうか？ そうだとすると、ヘッドホンでフラットな音声を聴くと、HRTF の逆関数分だけ、フラットでない音声になります。もう少し厳密に言えば、オーバーヘッドホンの場合、更にヘッドホンから外耳道入り口まで、耳介の形状の影響を受けた伝達特性が掛け合わされます。この伝達特性は、耳からの距離の離れたスピーカからの HRTF とは異なります。

インナホンやカナルホンの場合は耳介の形状に依存した伝達特性の影響は受けませんが、外耳道の入り口を塞いでしまうため、音響管としての外耳道の共振周波数が 2 倍高くなるという影響があります。

市販のヘッドホンでもこの辺りの特性はある程度補正した上で音響特性を決められていると思いますが、如何せん、個人差までは補正し切れません。HiFi なヘッドホンオーディオには、個

人の種々の伝達特性を測定した上で、その補正をする機能が必要ではないでしょうか。それに、左右のクロストークを、両耳間レベル差と両耳間時間差を考慮して加えてやれば、理想に近い頭外定位ヘッドホンが出来ます。個人の伝達特性補正の施された頭外定位ヘッドホンこそ、理想の HiFi ヘッドホンと思うのですが、如何でしょうか？

謝 辞

HRTF の測定にご協力をいただいた、国立大学法人東北大学電気通信研究所鈴木研究室に深く感謝いたします。

文 献

[1] 飯田一博、森本政之 編著 “空間音響学”

筆者プロフィール

春井 正徳 (はるい まさのり)



1960 年生まれ。1983 年京都大学卒。

同年松下電器産業株式会社（現パナソニック株式会社）入社。

CD プレーヤ用 IC、1 ビット DAC、デジタルオーディオ信号処理の開発に従事。現在は AVC 機器の製品環境法令担当。

趣味はウルトラマラソン。



「テープ録音機物語」

その66 ドルビー ノイズリダクション

あべ よしはる
阿部 美春

1 はじめに

オーディオノイズリダクション技術について、本物語「その64 カセット(2)」⁽⁵⁴⁰⁾で簡単に述べた。

本稿では、ノイズリダクション技術に大きな貢献を果たしたドルビー研究所の功績、貢献について詳しく記しておく。

ドルビーの音声ノイズリダクション技術は、1966年に最初の実用システムA301が開発されてからこれまで、業務用、民生用に限らず、テープレコーダー、カセットレコーダー、ビデオレコーダー、そして映画の領域にまで、幅広くかつノイズリダクションの主流として用いられてきた。

本物語でも、ドルビーのノイズリダクション技術についてふれておきたい。本稿では、はじめに、ドルビー博士及びドルビー研究所の足跡、功績を示す。その後、ドルビーノイズリダクション技術の動作原理、諸特性例を示す。

本稿は、参考文献(534)、(535)、(536)、(537)、(538)をもとに、抄録としてまとめ直した。

2 ドルビー博士

ドルビー研究所の創設者であるドルビー博士(Dr. Ray M. Dolby)の略歴にふれておく⁽⁵³⁴⁾。

ドルビー博士は、1933年に米国オレゴン州ポートランドで生まれ、カリフォルニアで育った。

技術者としてのスタートは、1949年、彼がティーンエイジャーのときのAmpexでのオーディオテープレコーダー設計のパートタイムであった。その後、学生時代、Ampexの創設者であるアレクサンダー・ポニアトフ(Alexander M. Poniatoff)氏やビデオテープの開発者であるチャールズ・ギンズバーグ(Charlie Ginsburg)氏のもとでビデオテープレコー



(写真66-01) 左から3人目が若き日のドルビー博士(1956年、Ampexのビデオテープレコーダー開発エンジニアと共に)

ダーの初期の開発に関わっており、1956年に発表された世界初のビデオテープレコーダー(VRX-1000)開発にキーメンバーとして携わっている(写真66-01)。

ドルビー博士は、スタンフォード大学で学位取得後、マーシャル奨学金及び米国公立科学財団の大学院生フェロースhipを受け、1961年ケンブリッジ大学で物理博士号を取得した。同大ペンブルックカレッジのフェロー(1983年に名誉フェロー)に選ばれた。

ケンブリッジ大学での最後の年には、英国原子力公社のコンサルタントも務めていた。

これらの若き日の経歴から、ドルビー博士は、技術的に幅広いバックグラウンドをもっていたことがうかがえる。

その後、ドルビー博士は、インドでの国連アドバイザーに任命され、2年の任期を終えた後、1965年に英国に戻り、ロンドンにドルビー研究所を設立する(写真66-02)。その年、彼は、ドルビーサウンドシステムの米国特許を1969年に取得した。その後、1976年にサンフランシスコに移る(写真66-03)。

50 を超える米国特許を保有し、ビデオテープ録音、長波長 X 線解析、ノイズリダクションに関する論文を執筆している。



(写真 66-02) ロンドン時代のドルビー研究所



(写真 66-03) サンフランシスコ時代のドルビー研究所本社

ダウンにより発生するヒスは許容できるレベルにはなかったからである。



(写真 66-04) A301



(写真 66-05) マルチチャンネルレコーダシステム
16チャンネルまで拡張可能なMシリーズ

3 ドルビー研究所の足跡⁽⁵³⁵⁾

3.1 Dolby A-Type

ドルビー研究所の開発は、Dolby A-Type ノイズリダクションからはじまる。このシステムは、入力信号レベルが低い場合に適用される。レベルの高い場合は、信号処理されずにそのまま出力する。入力信号レベルが低い場合、20Hz~20kHz を 4 分割して、各帯域で圧縮・伸張を行う。このことにより、約 10~15dB の S/N の改善が得られる。その動作原理詳細は次節で説明する。

ドルビー研究所が開発した最初の製品が、Dolby A-type ノイズリダクション 1 チャンネルをもつ A301 である (写真 66-04)。この製品は、業務用として、主としてレコード会社へ売り込んだ。1960 年後半から 1970 年の初頭に登場したマルチトラック録音 (写真 66-05) は、Dolby A-Type の独壇場であった。この A-type ノイズリダクション技術を使わなければ、狭いトラック幅と繰り返しのミックス

3.2 Dolby B-Type

ドルビー博士は、ヘンリークロス (Henry Kloss) 氏の強い勧めでノイズリダクション技術の民生バージョンの開発に着手した。クロス氏は、当時、ホームハイファイ装置のメーカーである KLH Research & Development Corp. の社長であり、米国オーディオのパイオニアであり、今でいう起業家であった。

そして、1968 年、Dolby B-Type ノイズリダクションが開発された。A-Type 同様、B-Type は低レベルの信号にだけ適用される。信号を固定の複数の帯域に分割するかわりに、B-Type は、帯域スライディング方式を採用した。この方式は、従来の A-Type の特性に加えて、より高周波のヒスノイズのノイズリダクションの効果を高めている。民生用テープの記録速度ではこの領域のノイズが支配的になるからである。

B-Type は、A-Type と同様に、圧縮伸張が対となる対称的なシステムである。つまり、再生時に、録

音時の信号処理（エンコード）と逆な処理（デコード）が必要となる。民生市場では、そのデコード部を家庭用の製品に組み込む必要があった。ドルビー研究所は業務用製品の製造に注力し、民生向けは技術ライセンスを供与する方式をとった。このドルビー博士の決断が、Dolby-B の普及を後押ししたといえる。

最初の民生用製品は、1968年に発売されたKLH製のオープンリールレコーダであった(写真 66-06)。オープンリール方式であったため、民生用には十分普及していかなかった。



(写真 66-06) KLH Model40

Dolby 博士達は、カートリッジテープフォーマットの検討に着手した。そして、シャツのポケットに入るだけのサイズの、2つのリールをカートリッジ内におさめたコンパクトカセットが最もポテンシャルが高いという結論に達した。コンパクトカセットは、Philips がボイスレコーディングシステムとして、当時すでに2,3年早く先行していたが、高音質といえるものではなかった。

当時、1/8 インチの狭いテープ幅、1-7/8 インチ/秒の低速な記録速度のために、カセットの音質は、1)速度の安定性、2)周波数応答、3)バックグラウンドヒス、これら3つの点が課題であった。

1)と2)の制約は、テープドライブメカ、ヘッド、テープ方式の改善により、改良の見込みがあり、克服できそうであった。しかし、3)のヒス問題は克服の難しいハードルとして残っていた。しかしながら、Dolby-B ノイズリダクションがこの問題を解決した。

ドルビー研究所は、入手しやすいカセットデッキ

に Dolby-B システムを組み込み、当時の高音質のLPレコードに匹敵するカセットレコーディングをデモしたのである。ドルビー研究所は、Dolby-B ノイズリダクションを組み込んだ Philips 式カセットのポテンシャルを信じ、世界中のテープレコーダメーカーに Dolby-B をライセンスした。

1970年夏、Dolby-B ノイズリダクションを搭載した最初のカセットレコーダーが Advent、Fisher、Harman Kardon から発売された (写真 66-07)。これらは、独占OEMメーカーである日本のナカミチによって製造されたものである。



(写真 66-07) Harman-Kardon CAD-5 (1970)

このライセンスのコンセプトは受け入れられ、1970年の終わりまでに、さらに4つのメーカーによってライセンスされた。

日本国内においては、TEAC が最初に Dolby-B を搭載したカセットデッキ A-350 (図 63-11(d), ⁵³⁹) を開発した。

写真 66-08 は、当時 TEAC の開発課長であった山本(研)氏(故人)、大間知氏(後にティアックエソテリック社長)が米国でドルビーから入手した試作器である。

この頃、ドルビー博士は TEAC との契約のため来日、筆者が2日間お供した。1日目は、TEAC での打ち合わせと契約、その夜は吉祥寺の料亭でドルビー夫人も一緒に夕食をとった。料亭の畳の間に、感激していたのを記憶している。2日目は、昼食のあと、NHK 放送会館を案内した。昼食は、原宿でドルビー博士の希望でとんかつを賞味したことを覚えている。



(写真 66-08) B-Type 試作器

1971年に、ドルビー研究所とシグネティックス (Signetics) 社が Dolby-B Type の主要回路を含んだ集積回路の開発を進めた (写真 66-09)。集積回路技術の発展により、ドルビー技術のインプリメントはよりローコストに簡単になった。結果、ドルビー技術が使われる製品領域は大幅に拡大した。



(写真 66-09) シグネティックスの B タイプ IC (1973 年)

1970年、ドルビー研究所は、市販の音楽カセットを Dolby B-Type で信号処理を行うことを推進した。英国の Decca 及び米国の Ampex 製のステレオテープを使っていくつかのレコード会社でリスニングテストが行なわれた。結果、Dolby B 信号処理を行ったテープは、ノイズリダクション機能のないプレーヤーで再生されたときでさえ、Dolby B 信号処理されていないテープよりむしろ音質がよいという結果を得た。実際には、B-Type でエンコードされたサウンドをデコードなしに聞くと、高域が強調された、よりプライトなサウンドになる。

1970年末には、Dolby B 信号処理されたテープが発売された。Dolby B 信号処理されたテープ、されていないテープ両方が同時に発売されることもなかった。数年後には、すべてのテープが Dolby-B 信号

処理され、現在に至っている。

3.3 Dolby C-Type, SR, 及び S

Dolby C-Type は、1981年に市場に導入された。Dolby B-Type は高域のノイズリダクション効果を実現していたが、C-Type は更に中音域のノイズリダクション効果を実現している。また、過大レベルの信号が入力されたときに磁気飽和を防ぐためのアンチサチレーション (Anti-Saturation) を行っており、歪特性の改善がされている。C-Type は、B-Type と互換性がなく、C-Type で記録したテープを B-Type で再生した場合、高域がこもった再生音になってしまう。また、逆に B-Type で録音したテープを C-Type で再生すると、高域が目立つ再生音になってしまう。C-Type は中～高級機への普及にとどまった。

Spectral Recording 方式 (次節で詳細を説明) を使った SR-Type は、1986年に業務用途として導入された。A-Type の帯域固定方式、B-Type の帯域スライディング方式を組合せることで、業務用のアナログレコーダーの性能を高めた。当時は、デジタルレコーダーは存在していたがコストの壁にぶつかっていたことで、SR-Type は、録音スタジオ、映画サウンドトラックなど市場から歓迎された。

1990年には、SR-Type を民生用に設計し直した S-Type が導入された。低音域でもノイズリダクション効果あり、原理的にバンピングが発生しない。B-Type と聴感的な互換性があり、S タイプで録音したテープが B-Type でもさほど違和感なく再生できる。S-Type は民生用デジタル機器の登場により、普及には至らなかった。

3.4 他アプリケーションへの展開

1960年代以降、Dolby Type-B の開発の進行と並行して、ドルビーのノイズリダクション技術は映画応用 (ドルビーステレオ)、ホーム AV (ドルビーサラウンド)、そしてデジタル技術へと他アプリケーションへ展開、進化していく。これら展開については、本物語の範囲を超えるものなので割愛する。

4 ドルビーノイズリダクション技術

4.1 基本原理⁽⁵³⁶⁾

ドルビーのノイズリダクションは、Type に共通して、“Least Treatment” と呼ばれる思想のもと開発されてきた。Least Treatment とは、レベルの高い信号は何もしない、レベルの低い信号に信号処理を行うことを意味する。

Least Treatment 思想に基づくドルビーノイズリダクション方式は、2 ステップの処理をもっている(図 66-01)。

<Step-1> オーディオ信号が記録される時、信号がテープに入力される前に前処理(エンコード)が行われる。エンコードの目的は、レベルの低い信号または高周波信号をテープのノイズレベルに比べ十分に高いレベルに前もって増幅しておくことである。

<Step-2> テープを再生するとき、そのオーディオ信号は Step-1 のエンコードの逆処理(デコード)を忠実にやる。すなわち、高いレベルの信号はそのまま何の処理もされず再生される。レベルの低い信号または高周波信号は、源信号のレベルに戻す。

4.2 A-Type⁽⁵³⁷⁾

写真 66-04 に示す A301 をベースに、A-Type のより詳細を示す。

図 66-01 にドルビーノイズリダクションシステムの基本原理を示し、図 66-02 (1)及び(2)に基本ブロック図を示す。

図 66-02 (1)の上図はエンコード部(記録)を示しており、下図はデコード部(再生)を示している。

図 66-02 (1)内の差分回路の詳細ブロック構成を示したものが、図 66-02 (2)である。図内の端子 A、端子 B が図 66-02 (1)の A,B に対応する。

エンコード時において、入力される源信号のレベルが低いときは、内部の自動利得制御動作により差分回路の出力レベルは高くなり、加算器によりエンコード出力は高くなる。一方、源信号のレベルが高いときは、差分回路の出力レベルは低く

なるため、源信号に比較して十分に小さく、高い入力レベルの信号はほぼ利得 1 で出力される。再生時には逆の処理を行い、源信号を再現する。

差分回路は、図 66-02 (2)に示すように、4 帯域分割フィルタ、コンプレッサー(Linear Limiter に相当する。Non-Linear Limiter については後述する)からなる。

どの帯域においても入力される信号レベルが低い場合、コンプレッサー出力レベルは、相当する帯域成分の入力レベルに比較して大きくなる。信号レベルが高い場合は、コンプレッサー出力レベルは、相当する帯域成分の入力レベルに比較して小さくなる。理想的なノイズリダクション特性のためには、エンコード部とデコード部の差分回路が完全に同一であることが求められる。

図 66-03 a, b にエンコード部(図では Compression)とデコード部(Expansion)の入出力伝送特性をそれぞれ示す。入力信号に図 66-03 c の差分回路特性が加算されたとき、図 66-03 a の特性が得られる。低い入力レベルでは入力信号は増幅され、高い入力レベルではほとんど入力レベルに重なっている。図 66-03 b に示すように、再生時には、差分回路の特性が減算されることによりエンコード部の特性と逆の特性が得られる。

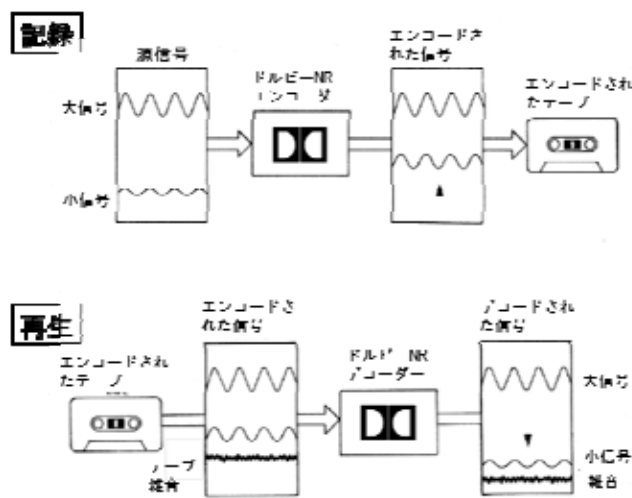
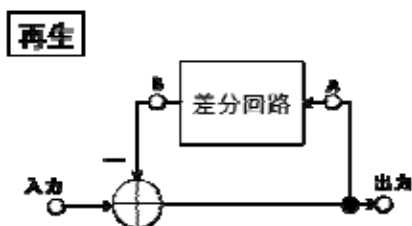
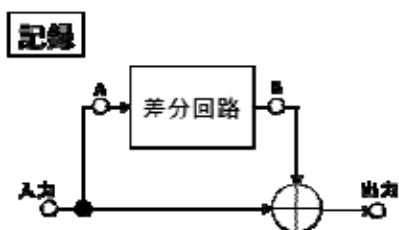
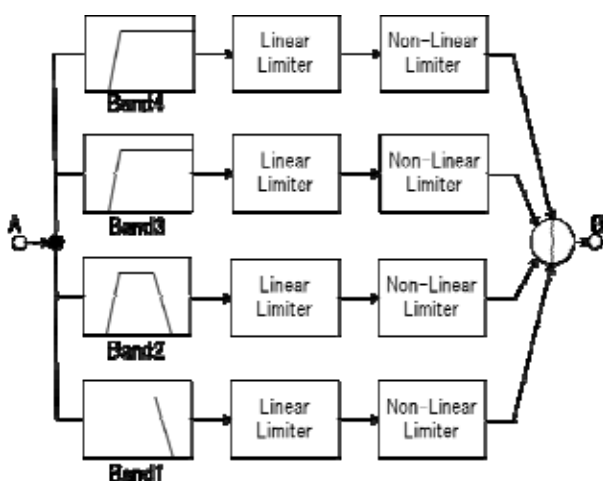


図 66-01 ドルビーノイズリダクションシステムの基本原理 (Least Treatment とよぶ)



(1) エンコード部とデコード部の構成



(2) (1)の差分回路の構成

図 66-02 ドルビーノイズリダクションシステムの基本構成

図 66-02 (2)の 4 つの帯域分割仕様は以下となる。

(Band 番号 カットオフ周波数 フィルタ形式)

| | | |
|---------|-----------|-----------|
| Band 1: | 80Hz | Low Pass |
| Band 2: | 80Hz-3kHz | Band Pass |
| Band 3: | 3kHz | High Pass |
| Band 4: | 9kHz | High Pass |

Band 1,3,4 のフィルタは、12dB/Octave の遮断特性を有しており、Band 2 のフィルタは他のフィルタの応答を補償するように振幅、位相をもつように設計されている。エンコード部では、すべての帯域の出力は、メインパスの信号と合成される。結果、5kHz 以下では 10dB、5kHz 上では、15kHz の 15dB まで次第に増幅度が上昇する。15kHz を超えると増幅度がさがっていく。デコード部では、エンコード部の特性を補償する特性となる。

非常に低い入力レベルでは、すべての帯域でノイズリダクションがフルに動作する。入力レベルが増加すると、Band 2 でのノイズリダクション量で特に減少する。

図 66-02 (2) の Non-Linear Limiter についてふれておく。Non-Limiter は、入力にトーン上のバースト信号が印加されたときに発生するオーバーシュート対策としていれている。オーバーシュート量は 10-15dB 程度を想定している。A301 では対称にバイアスされたシンプルなダイオードクリップ回路が用いられている。

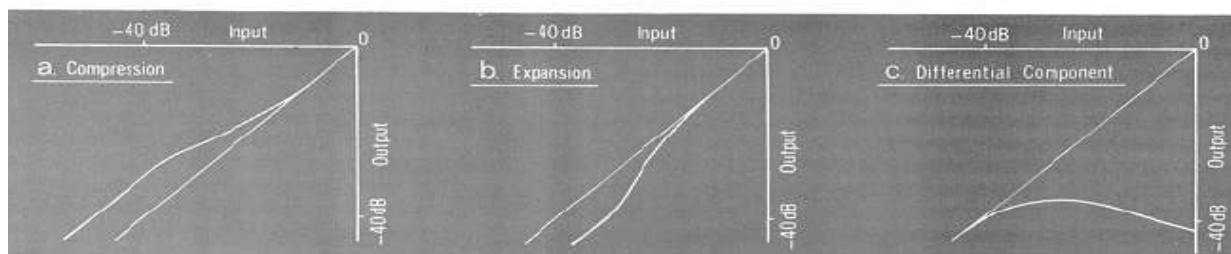


図 66-03 Dolby A-Type の入出力伝送特性

(a:エンコード部の圧縮特性 b:デコード部の伸張特性 c:差分回路の特性)

A301の詳細の回路ブロック図を図66-04に掲載しておく⁽⁵³⁷⁾。

電源部、増幅部、制御部、Rチャンネルコンプレッサー部、及びLチャンネルコンプレッサー部の5つのモジュールから構成されている。

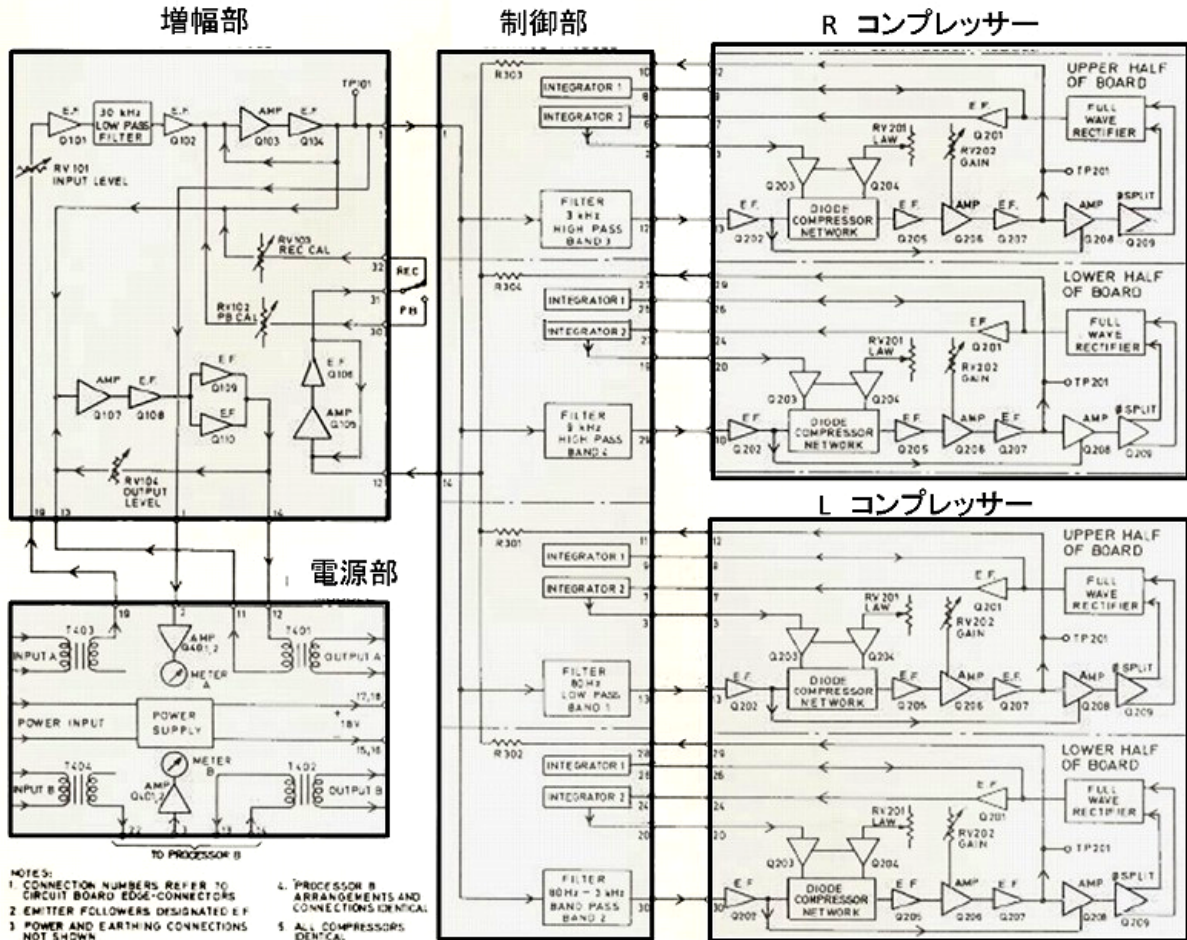


図 66-04 A301 の詳細の回路ブロック図

4.3 B-Type ⁽⁵³⁶⁾

Dolby B-Type は、低速の民生用テープ記録フォーマットのヒスを低減するために、1968年に開発された。3-3/4 インチ/秒のオープンリール、コンパクトカセット、後には VHS ビデオカセットテープステレオリニアトラック用に用いられた。

図 66-05 に、B-Type のエンコード時の圧縮特性を示す。信号レベルが高い場合は何もしない、すなわち、Least treatment の思想が引き継がれている。

B-Type は、A-Type の帯域分割方式と異なり、帯域スライディングコンプレッサーによる圧縮伸

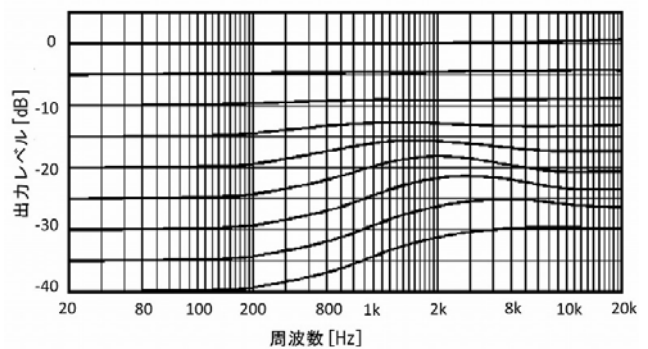


図 66-05 B-Type のエンコード圧縮特性 (入力レベル: -40~0dB, 5dB Step)

長を行っている。つまり周波数切り替え点をシフトする。入力される源信号のレベルが低い、もしくは、高域の周波数成分がないとき、帯域は最も低い周波数にスライドする。例えば、4kHzで10dBの最大のノイズリダクション効果をもつ(図66-06の実線のカーブ)。入力信号レベルが高くなるに従い、帯域が高い周波数へスライドする、つまり、図66-06に示すように、カーブが右側にシフトしていくことでノイズリダクションの効果を小さくしている。

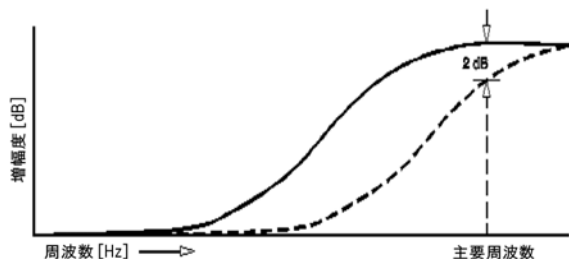


図 66-06 B-Type 帯域スライディングの周波数特性

この帯域シフトは、入力オーディオ信号に追従するだけの速い応答が要求される。また、ドルビーのノイズリダクション技術に共通することであるが、エンコード時に行われた帯域シフトを、デコード時に忠実に再現する必要がある。何かしらの要因で、デコードの前に、記録された信号の振幅レベルや周波数特性が変化したとき、帯域スライディングのミストラックが生じることになる。B-Type は、ノイズリダクションの効果を 10dB までに制限することで、ミストラックを十分無視できるレベルに抑えている。

4.4 C-Type ⁽⁵³⁶⁾

Dolby C-Type は、低速の民生用テープ記録方式にフォーカスして B-Type を発展させた。

C-Type は、1kHz 以上のノイズリダクション効果を 20dB までに引きあげた。B-Type に比べ 10dB の向上である。

カセットテープのノイズスペクトラムは、高域周波数成分が高い。B-Type から更に高周波数ノイズを低減させるようにすると、より中域のノイズが目

立つようになる。そこで C-Type では、図 66-07 に示すように、より低い周波数でノイズリダクション効果を高めた。1 つの帯域スライディングコンプレッサーで 20dB のレンジをカバーする場合、オーディオ信号の急峻な変化、オーバーシュートに追従できない、量産性などのハードルがあった。そこで、C-Type では、2 つの帯域スライディングコンプレッサーを使用した。

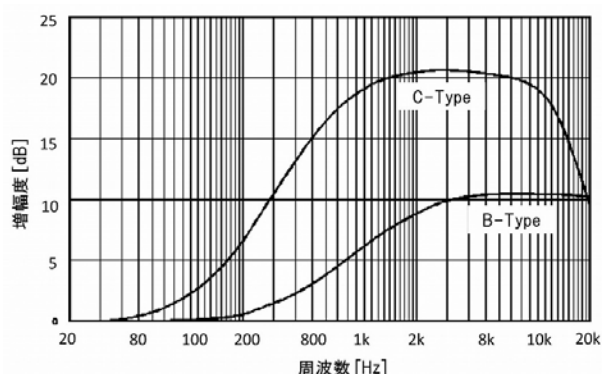


図 66-07 B-Type 及び C-Type の帯域スライディングコンプレッサー周波数特性

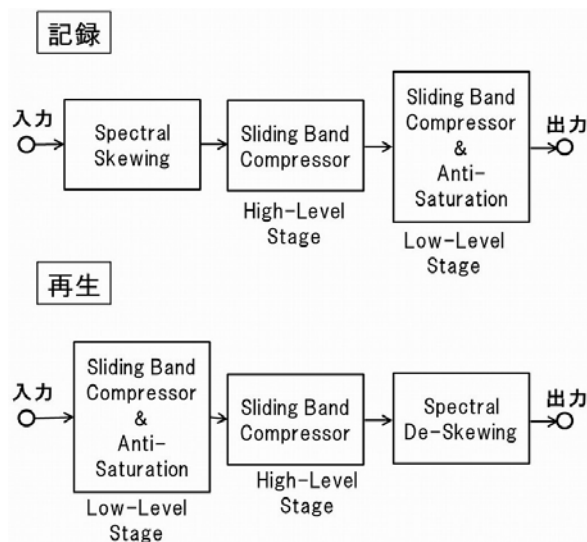


図 66-08 C-Type ブロック図

図 66-08 に Type-C の簡単なブロック図を示す。

その 2 つの帯域スライディングコンプレッサーは同じ周波数レンジをカバーしており、信号感度レベルが異なっている。1 つの帯域スライディングコンプレッサーは、B-Type で使用しているものと同じ

レベル感度をもっている。もう一つのコンプレッサーは、低いレベル感度特性をもつ。1つのコンプレッサーがそのスライディングレンジの上限に達すると、もう一つのコンプレッサーが徐々にカバーする。その2つのコンプレッサーは縦続接続されて、トータル20dBのノイズリダクションを得ることができる。図66-09に、C-Typeの入出力圧縮伸張伝送特性を示す。

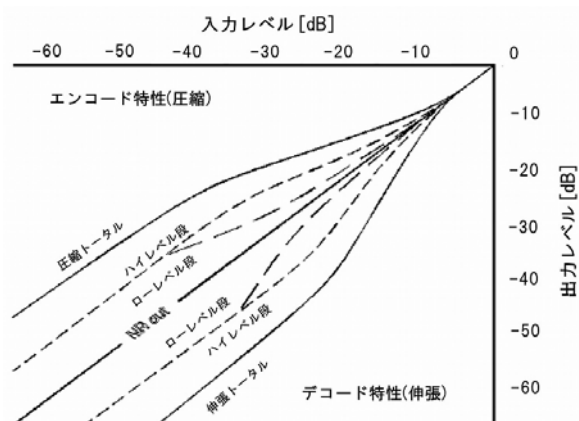


図 66-09 C-Type の入出力圧縮伸張伝送特性

また、C-Type では、エンコード処理とデコード処理の対称性の改善のために、Spectral Skewing (帯域制限) と Anti-Saturation (飽和回避) とよばれる工夫が加えられている。Spectral Skewing 部では、10kHz 以上の高い周波数はフィルタされる。ノイズリダクション回路が、1)エンコード・デコード時のエラーに感度がないようにすること、及び、2)テープに実際に記録される高周波成分のレベルを10kHz～20kHzの間で大きくさげること、この2つが Spectral Skewing の目的となる。再生部で、Spectral De-skewing 処理(Skewing の逆処理)が行われ、ノイズリダクションシステム全体ではフラットな特性となる。

Anti-Saturation 部では、高周波ロスやテープの磁気飽和によって生じる歪を回避する。Anti-Saturation は Spectral Skewing より低い周波数(約 1.5kHz)で動作が始まる。したがって、高い入力信号レベル時に効果がある。

C-Type のエンコード時のトータル特性を図

66-10 に示す。Spectral Skewing 及び Anti-Saturation の効果を含んでいる。10kHz 以上のカーブは Spectral Skewing の処理によるものであり、高レベルでの 1.5kHz あたりではじまるゆるやかな下降するカーブは、Anti-Saturation によるものである。

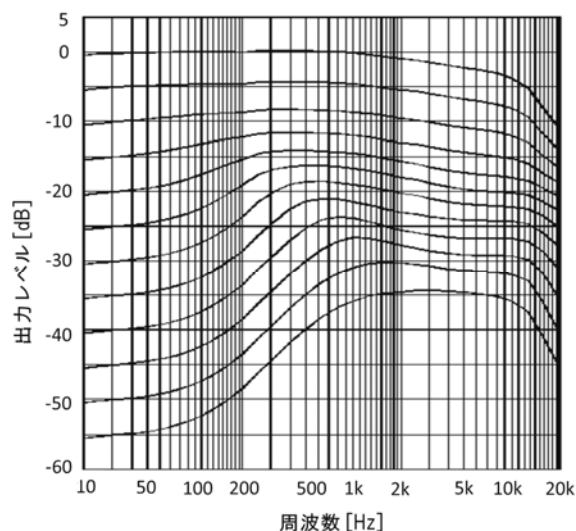


図 66-10 C-Type のエンコード圧縮の周波数特性 (入力レベル: -55～0dB, 5dB Step)

4.5 SR-Type⁽⁵³⁸⁾

SR-Type のブロック図を図 66-11 に示す。SR-Type は、業務用として、C-Type をベースに更に発展させたものである。C-Type では、Low Level 段、High Level 段での縦続構成であったが、SR-Type では、Mid Level が追加されている。また、High Level 段と Mid Level 段では、800Hz 以上の信号は高周波処理ブロック、800Hz 以下の信号は低周波処理ブロックで分割されて処理される。Low Level 段は、高周波処理のみが行われる。各段は 8dB を超える利得をもっており、低周波数では最大 16dB、高周波数では最大 24dB の利得をもつ。

Spectral Skewing については、C-Type では高周波領域のみの処理であったが、SR-Type では低周波処理も行われる。Anti-Saturation 機能も C-Type から進化しており、高周波数成分と低周波数成分に分けて処理される。

また、SR-Type では、Action Substitution(動作

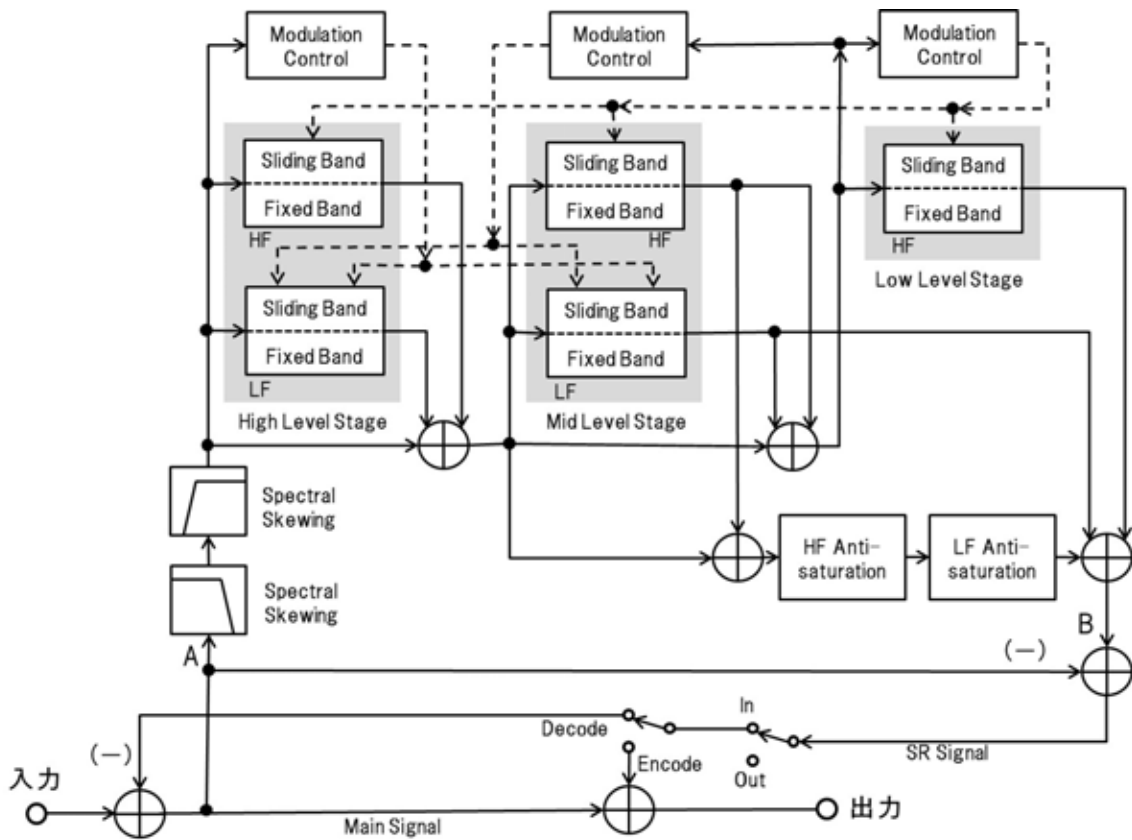


図 66-11 SR-Type のブロック構成

置換)とよばれる帯域固定コンプレッサーと帯域スライディングコンプレッサーを組み合わせた構成をとっている。

図 66-12 に Action Substitution のブロック図を示す。

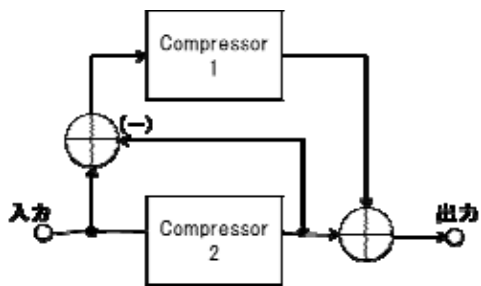
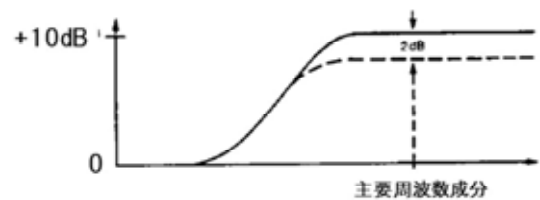
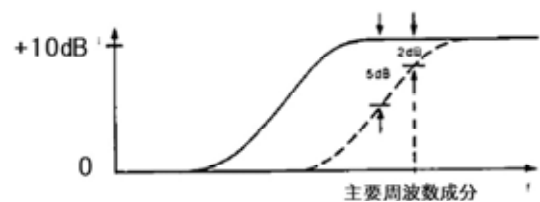


図 66-12 Action Substitution のブロック構成

図 66-13 (a)に、帯域固定コンプレッサー、図 66-13 (b)に帯域スライディングコンプレッサー、図 66-13 (c)に、2つのコンプレッサーを組み合わせた Action Substitution の圧縮特性を示す。主要周波数成分以下では固定コンプレッサーとして動作し、主要周波



(a) 帯域固定コンプレッサー特性



(b) 帯域スライディングコンプレッサー特性



(c) Action Substitution コンプレッサー特性

図 66-13 SR-Type のエンコード時の圧縮周波数特性

数成分以上では、帯域スライディングコンプレッサーとして動作する。

さらに、Modulation Control (変調制御) とよばれる技術により、前述した Action Substitution の圧縮伸張特性を向上させている。A-Type, B-Type, 及び C-Type では、低歪特性、オーバーシュート耐性などを確保するため振幅制限を行うスレシヨルドを低くしている。ある信号条件では、必要以上の歪、オーバーシュート耐性となっている。そこで、SR-Type では、Modulation Control により、信号入力周波数、レベルに応じて、帯域固定コンプレッサー及び帯域スライディングコンプレッサーを適応的に可変させ、より最適な圧縮伸張特性を得る。

図 66-14 に、帯域スライディングコンプレッサーの特性例を示す。

図 66-14 (a) 及び (b) は、100Hz 信号入力時の圧縮特性であり、図 66-14 (c) 及び (d) は、800Hz 信号入力時の圧縮特性である。

図 66-14 (a), (c) は Modulation Control を行わない場合の特性であり、図 66-14(b), (d) は Modulation Control を行った場合の特性となる。

100Hz の信号が入力されたとき、図 66-14(a)に示されるように、Modulation Control を行わない場合、帯域外の 100Hz 信号レベルをあげていくと、スライディングコンプレッサーのカットオフ周波数は上方に変化し、不必要に帯域内の成分を減衰させてしまう。一方、図 66-14 (b)の Modulation Control を行った場合、100Hz の信号レベルをあげても、帯域スライディングコンプレッサー特性は変化せず、不必要に帯域内の信号を減衰させることはない。800Hz の信号が入力された場合、図 66-14 (c)の Modulation Control なしでは、100Hz の信号レベルが10dB を超えたときは、その帯域スライディングのカットオフ周波数は高すぎであるが、図 66-14 (d)のように、Modulation Control を行うことで不必要にカットオフ周波数があがっていない。

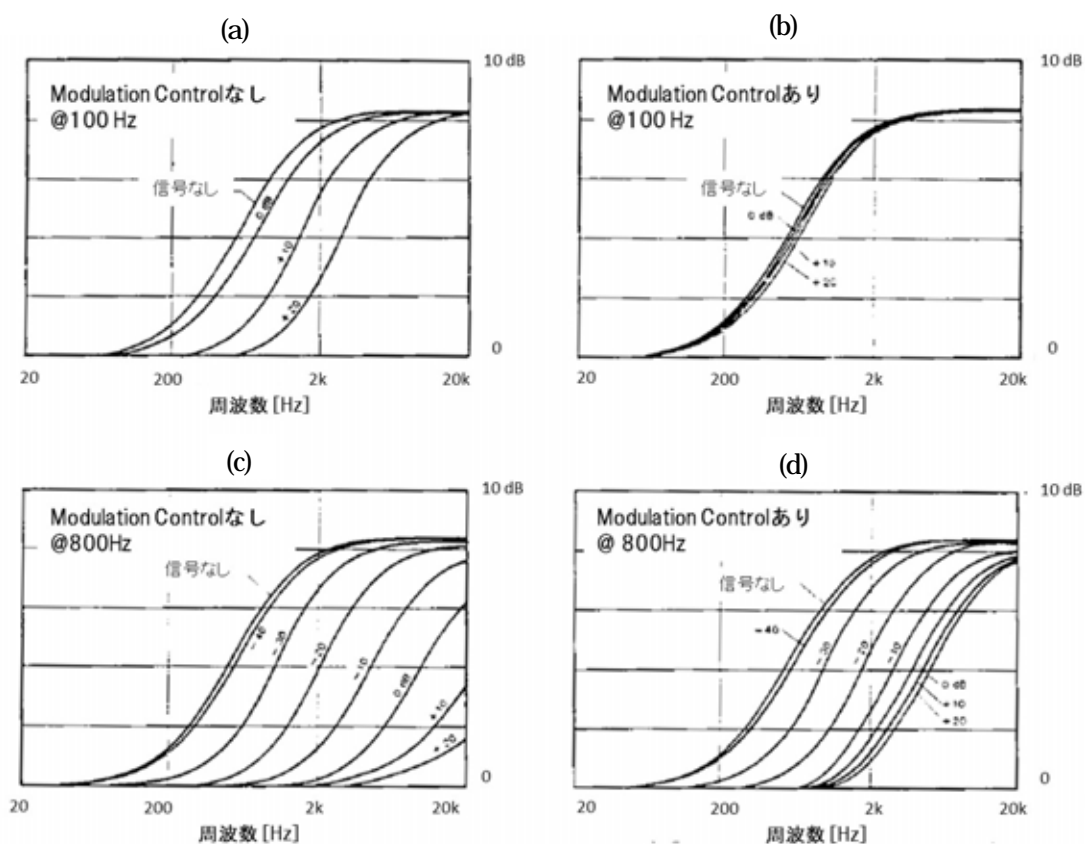


図 66-14 SR-Type Modulation Control の効果

図 66-15 に SR-Type のシングルトーンでのエンコード時の圧縮特性例を示しておく。

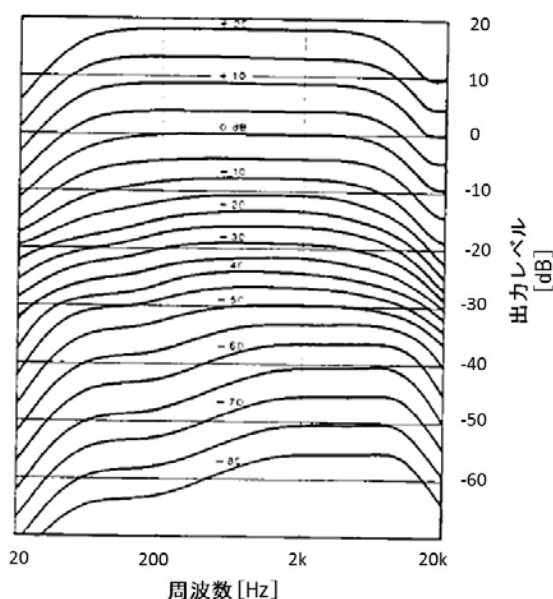


図 66-15 SR-Type のエンコード時 圧縮周波数特性 (入力レベル -80~20dB, 5dB Step)

4.6 S-Type ⁽⁵³⁶⁾

Dolby S-Type は、業務用として開発された SR-Type を、民生用、特にカセットにあわせて開発したものである。Least Treatment 思想のもと、Action Substitution、Modulation Control、Spectral Skewing、Anti-saturation など、SR-Type の技術を引き継いでいる。そのエンコード特性例を 図 66-16 に示す。

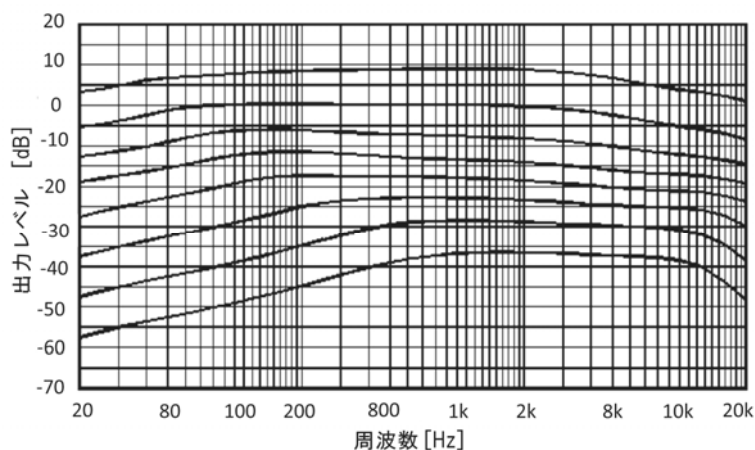


図 66-16 S-Type のエンコード時圧縮周波数特性

【謝辞】

Dolby Laboratories 社のホームページに掲載されている諸資料、ドルビー博士の論文をもとに、抄録に近い形でまとめさせていただきました。本稿作成にあたり、協力をいただいた阿部雅美氏に感謝します。最後に、永年高音質を追究してきたドルビー研究所及びドルビー博士に対して、敬意と共に謹んで謝意を表します。

【参考文献】

- (534) <http://www.dolby.com/jp/ja/about-us/who-we-are/leadership/ray-dolby.html>
- (535) <http://www.dolby.com/jp/ja/about-us/who-we-are/our-history/history-1.html>
- (536) http://www.dolby.com/uploadedFiles/zz_Shared_Assets/English_PDFs/Professional/212_Dolby_B,_C_and_S_Noise_Reduction_Systems.pdf
- (537) Ray M. Dolby, "Audio Noise Reduction: Some Practical Aspects", June 1968, AUDIO the authoritative magazine about high fidelity.
- (538) Ray M. Dolby, "The Spectral Recording Process", March 1987, JAES, Vol.35, No.3
- (539) 阿部美春, "テープ録音機物語 その 63 カセット (1)", JAS Journal, 2012, Vol.32, No.3 (5月号)
- (540) 阿部美春, "テープ録音機物語その 64 カセット (2)", JAS Journal, 2012, Vol.32, No.3 (5月号)

連載 第14回 『試聴室探訪記』番外編
～谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界～

秋葉原ラジオセンター (東邦無線)

フォトグラファー 谷口 とものり・編集委員 森 芳久

今回の「試聴室探訪記」は、まことに勝手ながら休載とさせていただきますことをお詫び申し上げます。但し、毎回谷口氏のパノラマ写真を楽しみにしていただいております読者の皆様のために、特に谷口氏にお願いしパノラマ・アルバムの中から秋葉原ラジオセンター内、有限会社東邦無線さまの映像を使わせていただき、番外編といたしました。

秋葉原といえば、AKB48 が今日では一番人気ですが、往年のオーディオファンまたラジオ少年にとって「秋葉原ラジオセンター」はメッカのようなところでした。

今日でもシルバーエイジや熟年のマニアのみでなく、若者たちが自作アンプ、また修理のための部品を探しに集まっています。そしてそこには、この道のベテラン店主や店長さんが、どんな難しい話にも丁寧に対応してくれているのです。まさに、ここではあの懐かしき時が蘇った錯覚を憶えます。

さあ、あなたも谷口氏のパノラママジックで、しばしあの懐かしい失われた時に戻られてはいかがでしょうか。

今回のパノラマ写真掲載を快諾いただきました有限会社東邦無線代表取締役込山良治氏にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(森 芳久)



パノラマ画像の操作説明

- パノラマ写真は、[ここ](#)か、はじめのページの[画像](#)をクリックしてご覧ください。
(ローディングに若干時間がかかる場合があります。)
- マウス操作で、画面を上下・左右 360 度、自在に回転してご覧いただけます。
- 画面下にある操作ボタンで次の操作ができます。
 - + 画面のズームイン
 - 画面のズームアウト
 - ← 画面の左移動
 - 画面の右移動
 - ↑ 画面の上方向への移動
 - ↓ 画面の下方向への移動

参考事項

- 有限会社東邦無線 <http://www.radiocenter.jp/shop/sh13.htm>
住所 東京都千代田区外神田 1-14-2 ラジオセンター内
- 秋葉原ラジオセンター <http://www.radiocenter.jp/>
- 谷口氏のホームページにはラジオセンターの各店のパノラマ写真も掲載中です。
<http://t-photoworks.com/index.html/RadioCenter/>



千代田区民講座 第一回「音のサロン」開催される

一般社団法人日本オーディオ協会
渡邊哲純

日本オーディオ協会では、「音のサロン」委員会（11社参加：委員長 アキュフェーズ 高松重治氏）において、「良質の再生音楽を良質の再生環境で楽しむ」ライフスタイルの再構築をめざし、スピーカーを使用した音楽に触れてもらう機会を作る活動をかねてより展開してきています。

この一連の活動を「音のサロン」と名付け、「オーディオ・ホームシアター展」やPCオーディオ入門講座等を推進してきました。委員会では更に普及活動の場を広げたいとの思いから、地方自治体とのコラボレーションによる「音のサロン」の実施を検討、このたび千代田区と日本レコード協会のご協力を頂く話がまとまりました。

そこで千代田区民講座の位置づけで、千代田区立日比谷図書文化館と一般社団法人日本レコード協会と日本オーディオ協会の共催による「音のサロン」を開催する運びになり、さる9月27日にその記念すべき第一回「音のサロン」が千代田区立日比谷図書文化館スタジオプラスにて開催されました。

このイベントは千代田区民の方が優先ですが、定員数に余裕のある場合は区民以外の方にも参加いただける形とし、第一回目は「ビートルズを聴く」をテーマに、講師には元東芝音楽産業でビートルズの初代ディレクターとして活躍された高嶋弘之氏（現高嶋音楽事務所代表）をお招することにしましたが、千代田区報に告知されると申し込みが殺到し、瞬間に定員枠を超えてしまい、あわてて募集締め切りの告知を出すほどでした。

開催当日は講師の高嶋さんがお持ちの貴重なソフトや原版などが展示され、来場された皆さんは開演時間前から講師をとりまき説明を受けておりましたが、高嶋さんは嫌な顔もされず皆さんの質問にも答えておられました。

いよいよ開演の6時半を迎え客席は満席で関係者は座る場所もない中、秘蔵のアナログレコードの試聴からスタートし、日本でのビートルズPR活動の苦労話などを交えた90分は瞬く間に過ぎてしまいましたが、その間講師は一度も座ることなく、マイクも使われずに聴衆を引き付けたトークには敬服するばかりでした。

次回以降は11月・2月・5月の「音のサロン」の開催が予定されています。



高嶋 弘之氏



レコード展示品（高嶋氏所蔵）

日本オーディオ協会 前会長 「鹿井信雄さんを偲ぶ会」が行われました

JAS ジャーナル編集委員長
君塚 雅憲

日本オーディオ協会の前会長、鹿井信雄さんが8月3日に逝去されました。鹿井前会長はソニー株式会社の草創期から、世界初のトランジスタラジオに代表されるような、画期的な商品開発において技術者として活躍され、後には副社長としてソニーの経営を担われました。また、マーケティングに関する豊富な知識と深い見識を事業拡大に結びつけるとともに、理論面・実践面から、後進の指導、育成にも力を尽くされました。さらに日米半導体摩擦が大きな問題になった折には、日本側の代表として解決に奔走されるなど、まことに幅広く重要な業績を残されました。

2002年には日本オーディオ協会の会長に就任され、6年間、当協会の運営にご尽力いただきました。21世紀に入って、オーディオとビジュアルの融合がより高度な次元に進化し、また、デジタルオーディオの技術革新が新たな製品とユーザーを生み出しつあった難しい時期に、オーディオ協会の確かな方向を定めるべく、厳しくも温厚な人柄をもって協会を導いて下さいました。

多岐に亘る活躍をされた鹿井さんとの思い出を語り合いたいとの思いから、ソニー関係者を初め多方面の方々が発起人となり、11月15日に「鹿井信雄さんを偲ぶ会」が都内で催されました。当日は親交のあった500名近い方々が列席され、思い出話に花が咲く温かで盛大な会になりました。

日本オーディオ協会からは校條会長、協会関係者、オーディオ界の発展においてご親交のあった方々等が集い、鹿井前会長の足跡や思い出話を語り合った次第です。

簡単ではございますが、偲ぶ会の報告をさせていただくと同時に、改めて鹿井前会長のご冥福をお祈り申し上げます。



「鹿井信雄さんを偲ぶ会」 (グランドプリンスホテル新高輪にて)