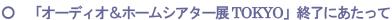


平成22年11月1日発行 通巻 406 号 発行(社)日本オーディオ協会

2010

Vol.50 No.7



校條 亮治•西 國晴

〇 「オーディオ&ホームシアター展」見聞記 村瀬 孝矢

〇 「音キチ」とアリの鳴き声の研究 千葉 憲昭

(拡大音声・拡大画像・同時収録ビデオの Web 公開)

連載『試聴室探訪記』第2回 ~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~ 那須高原のログハウス・リスニングルーム

森 芳久・谷口 とものり

〇 連載:テープ録音機物語

その52 ワウ・フラッターの規格

阿部 美春



**製日本オーディオ協会** 



#### CONTENTS



(通巻 406 号) 2010 Vol.50 No.7 (11 月号)

発行人: 校條 亮治 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 TOKYO」終了にあたって 校條 亮治・西 國晴
- 5 「オーディオ&ホームシアター展」見聞記 村瀬 孝矢
- 10 「音キチ」とアリの鳴き声の研究 千葉 憲昭 (拡大音声・拡大画像・同時収録ビデオの Web 公開)
- 16 連載『試聴室探訪記』第2回 ~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~ 那須高原のログハウス・リスニングルーム 森 芳久・谷口 とものり
- 18 連載: テープ**録音機物語** その 52 **ワウ・フラッターの規格** 阿部 美春

#### 11 月号をお届けするにあたって

「オーディオ&ホームシアター展 TOKYO」が 11 月 21 日~23 日に東京・秋葉原で開催され、ユーザー指向の新たな企画も加わり、盛況のうちに無事終了しました。本号では、校條会長と西実行委員長に「終了にあたって」のメッセージをいただきました。また、村瀬 孝矢さんに見聞記をご執筆いただきました。展示された新商品技術や、内容豊富なセミナーの様子は次号以降にご紹介できればと考えています。新連載、360 度パノラマ画面で体感いただく『試聴室探訪記』の 2 回目として森 編集委員の試聴室をご紹介します。 360 度パノラマ撮影・制作の第一人者、フォトグラファー谷口とものり氏のご協力でお届けする魅惑の世界をお楽しみください。オーディオメーカー、輸入代理店、販売店また読者の試聴室訪問記のシリーズ化を考えていますので自薦、他薦のお申し出をお待ちします。また、この記事の感想、ご意見を編集事務局までお寄せ下さい。宛先は jas@jas-audio.or.jp で、はじめに「編集事務局宛て」と明記してください。

オーディオについて含蓄深い著作があり、長年にわたって「アリの鳴き声」の研究に取り組まれている 千葉 憲昭さんにご寄稿いただきました。貴重な「アリの鳴き声」の拡大音声・拡大画像・同時収録ビデオ を Web 公開していただきました。360 度パノラマ画面とあわせて、ネット配信の JAS ジャーナルの特性 を活かした記事をご覧下さい。

#### **☆☆☆ 編集委員会委**員 **☆☆☆**

(委員長) 君塚 雅憲 (委員) 伊藤 昭彦 ((株) ディ・アンドエムホールディングス)・大林 國彦・ 蔭山 惠 (パナソニック (株))・川村 克己 (パイオニア (株))・豊島 政実 (四日市大学)・ 濱崎 公男 (日本放送協会)・藤本 正煕・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 TOKYO」 終了にあたって

# (社) 日本オーディオ協会 会長 校條 亮治 実行委員長 西 國晴

日頃の弊協会に対しますご支援に心から感謝を 申し上げます。

さて、去る 11 月 21 日~23 日に開催いたしました「オーディオ&ホームシアター展 TOKYO」が盛 況裡に終了しました。

昨年と比べ、初日は好天に恵まれ、昨年比約倍の 入場者で幕を開け、二日目こそ午前は雨にたたられ ましたが午後には出足も伸び、平日にしては堅調で、 最終日を含め前年を13%程度上回る28,700人のお 客様が来場され、楽しまれました。大きな事故やト ラブルもなく無事終了できましたことを、ご報告す ると共に関係各位のご協力に心から御礼を申し上げ ます。

秋葉原開催の二回目でも有り、おかげをもちまして、ご出展企業数は新規出展もあり、74 社(前年65社)と増え、責任の重さを感じさせて頂きました。

今年はエコポイントと地デジ化、3D の出現により大画面 TV の大普及もあり、メインテーマとして「見せます"良い音と映像"のある快適空間」と銘打って「音と映像の融合化」、ネットやモバイルオーディオという新たな音源の出現により「デジタルとアナログの融合化」を実現するために、次のような施策を行いました。

(1)「探そう本物のスピーカーサウンドの世界」を 実現するために、ピュアオーデイオの強化策として UDX ビル会場にも特設視聴室を設置し、小間ブー ス出展社の音だしができるようにしました。また、 初めての試みとして「音のサロン」として最高級機 器で聴く CD 試聴会、プロ音楽録音賞候補 CD の試



聴会、重ねて視聴環境としては良質なカーオーディオの世界にも改めて注力いたしました。

- (2)「最新映像・3D 技術と音場体験」としてタイトルにもあるようにホームシアターの普及に注力させて頂きました。ハウスメーカー、部材企業など関係各社のご支援により大変好評であったことがアンケートからも明らかになっております。
- (3)「見えてきた!高音質音源の新技術」として協会テーマブースを設置し、エジソンの蝋管蓄音機から最新のネットオーディオ技術・モバイルオーディオ技術・最新メディア・最新音場再生技術を商品展示・デモ・解説を連続的に行い、ユーザー認知に努めさせていただきました。
- (4)「録って見よう!生の音源」として第四回生録 会を、ビッグバンドをゲストに迎えて開催し、大い に楽しんでもらいました。
- (5) さらにこれらを補強するために協会テーマセミナー、出版社セミナー、出展社セミナーを連日開催したことと、周辺メーカー視聴室、販売店視聴室

を縦横につなげ「回遊型イベント」を盛り上げました。

これらは入場者数の拡大やアンケートから見る 満足向上に大きく寄与したものと確信しており、ご 来場者、ご出展企業、並びに運営にご協力をいただ いた各位のおかげと大いに感謝を申し上げます。



開会挨拶 加藤 滋 副会長



開会式 テープカット



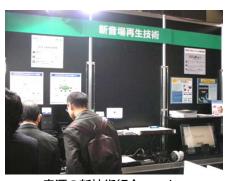
入場を待つご来場者



音のサロン

まだまだ、インフォメーション、プロモーション など改革・改善が必要であることは明白であり、今 後さらに努力をする所存であります。

なお、来期の開催につきましては、さらにパワー アップして開催の方向で理事会確認の上、後日ご案 内をさせて頂きます。



音源の新技術紹介コーナー



特設視聴室



カーオーディオ コーナー



協会主催セミナー



## 「オーディオ&ホームシアター展」見聞記

#### 村瀬 孝矢

#### ●「音展」/オーディオ&ホームシアター展TOKYO

昨年から場所を電気の街「秋葉原」に移した「音展」が今年も 11 月中旬に開かれた。この街の特色を生かしオーディオファンやホームシアターファンに有益な情報発信を図ろうという心づもりである。なお名称が見直され「オーディオ&ホームシアター展 TOKYO」というように、今回から AKIBA が外され TOKYO に変わったのが新しい。

# プロストル オーディオ&ホームシアター展 TOKYO Audio & Home Theater Exhibition

会場は昨年と同じJR 秋葉原駅を挟む2つのビルが使われた。東側で富士ソフトアキバプラザ、西側で秋葉原 UDX ビルを使用するのである。駅を出てから5分程度の移動距離なので地理的には申し分ない。会場の役割り分担は大きく分けて富士ソフトアキバプラザで視聴会を、秋葉原 UDX ビルで展示会とイベントをという振り分けは前回と同じ。

今回のテーマは「魅せます"良い音と映像"のある快適空間」。ここには快適なリビングで豊かな音と映像鑑賞をやって欲しいという意図が込められたようである。

#### ●新会場も手慣れた感じで良い雰囲気が出ていた

まず訪れたのは UDX ビル側の展示会などの会場だ。秋葉原駅の西口を出て UDX ビルに向かうと、歓迎するのがエスカレーターの頭上に設けられた音展の看板。意外に目に付き開催中なのがすぐ分かって良かった。それに誘導されてエスカレーターで昇ると案内員がいてまごつくことなく会場まで行き着けた。その展示ブースはにわか仕立てだが 2 度目と

なったことからか入り口のデザインから誘導方法、 それに入場チェックまでスムーズで良い。もっとも 「スイカ」の読み取りでOKという仕組みがなぜか 分からないのにちょっと戸惑ったが。

この展示ブースはフェアの目玉でもあるが、A&V の新製品から新開発もの、さらに 3D 製品の初公開 があるなど関心の高さもあってか熱気もあり賑わっていた。ブース自体は小さいことからベンチャー企業が参加しやすいということもあり、昨年同様にオーディオマインドの高い企業が多く集まっていた。





UDX 2 階 展示コーナー

まだ知られていないようなブランドから意欲的 な試作モデルなどが並びオーディオファンを喜ばせ るのである。こうした出展効果も大きいのか昨年よ り多い出展社(約55社)が参加した。 会場で目に付いたのは新しいオーディオジャンルを作るだろうと思われるテーマコーナー「第3世代オーディオ」での"ネットオーディオ"の集合と、視聴ルームの設置、ジャンク市、そして実車を利用したカーオーディオであった。ネットオーディオ系はいま関心度も高いので当然と言えばそうなのだが、中年以上の経験豊富なオーディオファンも関心を寄せることから、もう少し入門者向けの取り組みやすさをアピールする解説書を配るようにしても良かったと思えた。各社の取り組みが主で製品資料は用意されているものの肝心の初心者が始める方法などを載せた資料が不足と思えた。必要な環境と機器の設備から、こんな性能まで入手でき、このような音楽などの楽しみが広がります、というところが見えないのだ。



UDX2階 テーマコーナー



UDX2階 カーAVコーナー

視聴ルームの設置はこの展示ブースに参加した 企業が優先して音出しできる専用ルームという設定 のようだが、これは親切な試みと思う。各ブースで 勝手に音出しして騒音をまき散らすことが少なくで きるほか、これはと思うモデルをしっかり視聴でき るのが好ましいからだ。 同じ UDX ビルの 4 階ではマルチスペースで「親子工作教室」、「音のサロン」、「こだわり CD 試聴会」ほか、UDX シアターで「体験!ライブレコーディング(生録会)」が開かれた。

マルチスペースの「親子工作教室」はフェアの人 気コーナーの1つ。今回はスピーカーボックス作り と手作りスピーカーアンプ作り、紙コップスピーカ 一作りの3つが行われ、有料と無料に分かれるが多 くの参加者で賑わった。



親子工作教室

「音のサロン」はフリータイムで休息を兼ねた良質サウンドを聴く時間である。「こだわり CD 試聴会」は第 17 回日本プロ音楽録音賞応募作品の試聴会と古典音楽観賞会の 2 プログラムで、約 35 名ほどの椅子席でじっくり鑑賞できる時間なので楽しい催しだった。ここでオーディオファンが待望する良質な CD ソース情報が得られる。



こだわり CD 試聴会

生録会はフェアの人気イベントだが残念ながら開催日は1日、2回開催だけ、それに録音席48名と少

なく、オーディオファンへの浸透と言う面では課題を残している。ポータブル PCM レコーダーの高性能ぶりから生まれた録音会だが、少なくとも3日間を通したイベントにならないかと思う。予備知識を持たずに、当日の生録会に参加しようと出かけてみたら今日はやってない日だったでは機会の逃すのだから。なお演奏者は Checkmate Jazz Orchestra である。





生録会

富士ソフトアキバプラザの 5F、6Fには主にオーディオルーム主体の試聴ルームが集まった。それに 5F のアキバホールでは協会主催の各セミナーと出版社セミナーが開かれ、6Fのセミナールームでは出展社セミナーが行われた。各セミナーでは次世代オーディオからデジタルホームシアター、サラウンドサウンド、生録セミナーとじっくり聴講したいというファンが集まって満席となり熱心に耳を傾けていた。本格的なホール環境なので良い音で鑑賞できることや、優れたサラウンド再生が可能なことなどが人気を集める要素でもある。



協会主催セミナー

出展社&出版社セミナーとも熱のこもった内容で時間をやりくりしてでも聴講したいものが多かったようだ。こうしたことを振り返ると、前回もそうだったが協会の考えとして「音展」のウエイトをセミナーに置こうと言う意図が伺えるように思えた。





出展社セミナー

オーディオ&ホームシアタールームは各社が用 意する音出しの部屋である。各部屋は隔離されたと ころなので音出しには好条件である。もっとも前回 もそうだが小さな部屋を利用したところもあり、 ここがいつも課題を残すのだ。出入り自由とは言ってもドアは1つであり、中は数人で一杯と、来場者に等しく音を聴いてもらいたいという出展側の要望に応えられないからである。会場の作りが小会議室というものなので仕方のないところもあるが難しさを残している。

対する他の視聴室はかなり広いため条件は良い。 それに主要なところは整理券方式を採用とスムーズ にデモが行われ参加者にも好評である。特にここで は本格的なホームシアターからハイクラスオーディ オのデモが行われたこともありこれを目当てに来場 する人も多い。そのため先に整理券を入手されてか ら他の展示を見に行くという方もおられるほどだ。 なお、富士ソフトビル側の出展社数は約 19 社ほど であった。

#### ●良好な視聴室にホームシアターの取り組み

これら視聴室関連は丁寧にオーディオ機器の音を 聴き比べて欲しいメーカーが出展している。展示会 場に出展せずにこちらに絞って参加するメーカーも 多いようだ。狙いは音は聴いてもらわないと何も生 み出さないというところにあるのだろう。今回は新 たに参加したブランドもあり、しかも一部は紹介し た機器の無料モニターで貸し出しというシステムを 用意したところもあるなど、熱意のある取り組みが 分かるところも多かった。視聴室で聴くだけでなく 我が家で聴けるのだからアイデアものかと思う。



Ys EPOCH 試聴室

ホームシアター関連も 3D で話題が持ち上がって いることを反映し多数の参加者を集めていた。パナ ソニック、ソニーともにプラズマや液晶プロジェクターを使用した3D映像デモに、3D映画ソフトを使用した積極的な体験会を行う。家に手軽に持ち込めるシステムとは言え安易に導入してよいかどうかが分からないことからも、熱心なファンが押し掛け整理券もすぐにはけてしまったようである。



ソニー視聴室



パナソニック視聴室



TAD 試聴室



フォステクス試聴室

#### ●まとめ

秋葉原開催に変わって2度目の「音展/オーディオ&ホームシアター展」である。会場の設営や運営に手慣れたところが感じられたのは良かったと思う。訪れる方も慣れたのだろうが、2会場に分かれたことへの不満もそれほど聞かなくなった。それに運営側も入場者管理に新しい仕組みを取り入れたことや、無駄な説明員の配置もなく、逆に親切さの見られる積極的な誘導を行っている姿勢など感心できたことも多かった。そう言う意味ではこのまま続け経験を積むほどに洗練度が増して行くのだろう。

なお今回の展示会場で気付いたのは建築&資材関係の出展が目に付いたことが上げられる。室内音響という大袈裟なことではなく、オーディオ&ホームシアター環境を整えるには建築資材から環境設計への取り組み、またリフォームなどに目を拡げ、関心を寄せてもらおうという意図を込めて来場者に提案しているのが良かった。ハードを購入するだけではなくそれを有効に活用するには部屋の環境などに目を向けることも欠かせないと訴求していることに共感を覚える。

さて全体を眺め、もう一息と思われるのが外に向かってのアピールだ。惜しかったのはJR の電車から見えている秋葉原UDX ビルなのに車内に向かってのPR がされていないことだ。車内の人に向かって発信する電光板や垂れ幕などを窓に掲げても良かったのにと思った。一日何万人と通過する乗客のすべてがオーディオファンでなくても、ここでオーディオ&ホームシアターの展示会をやっているのかと気が付かせるだけでも掛ける費用に対する見返りは大きいのではないのだろうかと思ったのである。



パイオニア&三井ホームリモデリング



シャープ&ダイワハウス工業



日本板硝子環境アメニティ

# 「音キチ」とアリの鳴き声の研究

(拡大音声・拡大画像・同時収録ビデオの Web 公開)

サイエンスライター

千葉 憲昭

#### 聞こえなかった音の発掘

多くの「音キチ」たちは、この命題を自身に課し ている。ある人は今どき時代遅れとなった真空管ア ンプに灯を入れ、またある人は LP レコードを引っ 張り出してきて針を落とす。成熟期に達したオーデ ィオの世界では、いわばこのような「マイナーチェ ンジ」を楽しんでいる例も多いのではないだろうか。

しかし、時代の針を逆に回して当時の LP レコー ド全盛期にタイムスリップするならば、技術者たち は「原音再生」を目指して、まだ聴いたことのない 理想的な音の世界を追求してきたのである。

たとえば、当時のオーディオ協会理事 池田 圭氏 は、左右2本の低音用スピーカーを1本化して「3D」 というシステムを発案した。このアイディアは、今 日 5.1 サラウンドなどで低音用のスピーカーを独立 させる形態に引き継がれている。

また、現オーディオ協会理事の森 芳久氏は、「F8」 という MM 型の国産カートリッジを開発した。当時 ベストセラーとなった F8 は「虫」と呼ばれ、マニ アたちは「虫の声」ともいうべき心地よい音にあこ がれたのである。

これらの時代は真空管全盛期であり、トランジス タの黎明期でもあった。「球(真空管)か石(トランジス タ)か」という議論も懐かしい時代に、アリの鳴き声 の研究は始まった。

#### 未知の音への誘い

1960 年代のオーディオマニアの話である。釧路湿 原の片田舎では、電源などが大掛かりになる真空管 よりも、電池で駆動できる手軽さからトランジスタ を選択するのが現実的だった。にもかかわらず真空

管を選ぶマニアが多かったのは、経験ある指導者か らノウハウを踏襲できたからであろう。そのような 先人に出あえなかった筆者は、幸か不幸か中学生時 代からストレートにトランジスタの世界に入り込む ことになった。

高校1年のとき、筆者の論文「トランジスタアン プの研究(1962)」が読売新聞学生科学賞に入賞する と、「生物」担当の小島忠和教諭から筆者に

「アリの巣から『カチカチ』という音が聞こえた ような気がするが、アンプを使って確かめてみな いかし

と提案があった。

もし筆者が真空管を選んでいたら、当時アリの巣 まで持ち運び可能なアンプを作ることはできず、こ の記事も存在しなかったであろう。

#### アリは鳴くのか?

アンプを作るのは得意でも、研究を開始するには マイクをどうするかという問題が残った。当時高校 の放送室にこぶし大のダイナミックマイクがあった が、これを使ってアリの巣の中の音を聞くことは、 周辺の雑音などから非現実的に思えたのである。

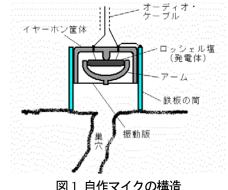


図1 自作マイクの構造

そこで、クリスタルイヤホーンを改造して、巣の上に被せ、まわりの音を聞こえにくくする構造のものを自作した(図1)。

そして手製のマイクとアンプを抱えて片っぱしからアリの巣穴からの音を聞いていたら、ある場所で鳴き声らしい「チリチリ」という感じの音をキャッチした。色々試しているうちに、アリの中でもトビイロシワアリやシワクシケアリなど鳴く種類と、クロオオアリなど鳴かない種類があることがわかった。

鳴くアリは、胸と腹の間にある「腹柄節」という ジョイントの部分が 2 段になっていて、「フタフシ アリ亜科」などと呼ばれている仲間である。腹柄節 が 1 段のアリは鳴かない (**写真** 1)。

#### クロオオアリ





トビイロシワアリ







写真 1 鳴くアリと鳴かないアリ 写真は「日本アリ類画像データベース」<sup>(1)</sup>より引用

また、鳴くアリといえども声はコミュニケーションに使われているのだから、理由もなく鳴いてくれない。従って、初期の段階では人為的に鳴かせる方法を利用して解明を進めたと言っても過言ではない。

後でわかったことだが、自作マイクをアリの巣に 被せるとき、筒の部分がアリの頭や胸を圧迫すると、 アリは「悲鳴」をあげる。小島教諭が巣穴に耳をあ てたとき聞こえたという音も、巣の入り口付近にい て教諭の耳を押しつけられたアリの悲鳴と説明でき る。それに気がついてからは、故意にアリに触れる ようにして鳴き声を調べた。

#### 死んだアリも鳴く!?

巣穴を転々とする作業を終え、捉えた音声がアリ の体から発せられたものであるということを確かめ るために、次は机上に舞台を移した。

アリの動きとの因果関係を調べるのに、ここでも 自作マイクの構造が幸いした。筒の内側にアリを固 定し、主として腹部の動きを見たのである。もしこ のとき既存のマイクを使っていたら、アリを固定す るスペースがなく随分苦労したに違いない。

観察の結果、鳴くときは腹部を上下に振っていることがわかった。鳴いていないときも刺激すると腹部を動かして音を発することから、この段階で腹部が大きく関与していることが推察できた。

それだけではない。死んだアリの腹部をピンセットで上下に動かしてみると、同様な音が聞こえたのである。この方法ならば、まさに意のままにアリを鳴かせることができる(1963)。

#### 国際エジソン生誕記念祭で表彰

東京オリンピックを記念して、例年米国で行われてきたエジソン生誕記念祭が 1964 年に東京で開催され、日本の高校生を対象に科学論文を募集した。

この行事はアリの鳴き声の研究成果を発表する好機となり、提出した論文は特選に入選、朝日、読売、毎日、道新の各紙で大きく報道された。日米両大使が関わった国際行事のため、東京のホテルオークラで開催された表彰式には皇太子(当時)美智子妃両殿下がご臨席された。

#### NHK-TV「私の秘密」騒動

テレビでは、NHK 総合 TV の「子供ニュース」が「高校生がアリの鳴き声を録音」と報じた。NHK からは、さらに当時の人気番組「私の秘密」が直後に釧路から現地中継されるのを機会に、出演の依頼がきていた。

このためアリの拡大模型まで製作して準備していたが、前日に予期せぬ連絡が届いた。NHK によれば「アリが鳴くことを確認するため昆虫学者の古川

晴男氏と中央放送局のスタッフが録音を試みたが鳴き声は収録できなかったので、出演を見合わせたい」という。出演キャンセル以上に、研究成果が否定されたショックは大きかった。

そこで、直後の日曜日、NHK 釧路放送局に出向き、番組担当の千葉 守氏を訪ねた。付近で採取したアリを持参して、同局関係者立ち会いのもと鳴き声を録音するためである。最初は鳴き声が聞こえなかったが、スタジオが暗かったため電灯を点けたところ、これが刺激となってアリたちは鳴きだした。

昆虫学の権威者と NHK 中央放送局のチームが録音に失敗し、高校生とローカル局のチームが成功を収めたのは、前者がアリの鳴き声について詳細な情報を持っていなかったからにほかならない。

#### 発音器官を発見

ともあれ、アリの鳴き声については未解明なことが多かった。そこで筆者は、これを機会に専門家を も納得させられるレベルでの裏付けを取る方向に舵 を切った。鳴き声を発生する仕組みの解明に着手し たのである。

高校の理科室から顕微鏡を持ち出し、最初にアリを体中線で切り出し断面を調べた。すると、フタフシアリの特徴である2つ目の腹柄節(後腹柄節)に腹部の先端がのめりこむような構造をしていることがわかった。これならば腹部を上下に振ると、腹部の先端がこすれて音が出ることは容易に想像できる。

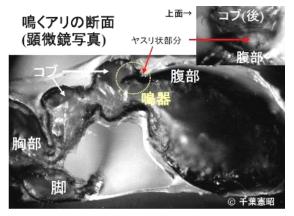


写真2 アリの断面とヤスリ状部分

次に腹部を押し下げ、上から先端を覗いてみると、何とそこには「ヤスリ」状の部分があった。ヤスリだったらこすれば間違いなく音が出るはずで、これほど明快な説明はない(写真 2)。

早速論文にまとめ読売新聞学生科学賞に応募したら入賞したので、表彰式のため上京した。そして、NHK中央放送局を訪れ、「私の秘密」担当プロデューサーの石田氏に経過を説明した。石田氏には昆虫学者の古川氏宅まで案内して頂いたが、残念なことに不在だった。それもそのはず、古川氏は入院中で、後日病死されたと聞く。

後の文献でわかったことだが、筆者が最初にアリの声を録音した 1963 年には、Broughton が「アリがリズムを伴った音を出す」との発表をしている。そして、筆者が発音器官を発見した 4 年後(1968)に Markl がやっと発音器官の写真を発表している(2)。 いずれも当時の専門家による世界の先端研究であり、もし筆者が高校生でなく大学院生だったら、英国の科学誌 Nature に筆者の論文が掲載され日本が世界の先陣を切っていたはずであった。

#### 研究の再開

それから 40 年以上経過した。筆者は大学に進学して当時真空管が常識だったFM ステレオ放送機器をトランジスタ化する研究などをし、卒業後は北海道庁の電算室で 15 年間技師・主任を勤めた。そしてその後著述家に転向、大学の非常勤講師などをしながら還暦を迎えた。その間に大学院に進んだ息子の論文がNature や Science に掲載されたことから、筆者の生きている間に「日本のアリの鳴き声の研究を国際レベルに復活させなければ」と考えるようになったのである。

そんなある日、妻が買い物から帰ってきたら、袋から体長 7mm ほどのシワクシケアリ女王が出てきた。願ってもない「客」だったので、そのまま飼育することに決めた。この女王は、翅を落とさずに出産し子育てをしたことから、「翅子」と命名した。

また、その少し後、筆者は大量の翅アリが「結婚

飛行」の準備で集結しているところに出あわせた。 捕獲の準備はしていなかったが、とりあえずティッシュペーパーで袋を作り、そこにアリたちを詰め込んでハンカチでくるみ持って帰った。調べてみると、シワクシケアリの女王が14匹、オスが4匹いた。シワクシケアリは多数の女王が協力して出産、子育てし一定の勢力になるのを早める「多雌創設巣」で有名だが、14匹もの女王によるものは珍しく、後日貴重なデータが得られた。

この時点でも、日本国内ではまだアリの鳴き声を 研究する専門家は皆無だった。「布教」を急がなけれ ばと感じていた筆者が、専門家と議論を進める上で 必要な基礎知識はこれらのアリたちに教えられた、 と言っても過言ではない。

#### 「防衛役」の発見

独学で飼い始めたのと、ビデオカメラとマイクを 使った電子的観察のため、筆者のアリ飼育法は独特 なものとなった。専門家を中心とした多くのアリ飼 いたちは石膏を中心に巣を構築しているのに対して、 筆者の場合はプラスチックケース丸出しのままアリ たちを棲まわせている。その代わりに、コルクの小 箱で子育てスペースとなる「女王の宮殿(巣箱)」を 作り、水はその外でメラミンスポンジで与えている わけである。前者は集団として上から観察、後者は 横から少数の個体を拡大観察することになる。

特に後者の方法では、子育てするアリと、そうでないアリとが巣箱内外に分かれる。観察していると、 巣箱の外には常時2匹の女王がいて、何もせずにブラブラしているのが気になった。

北大大学院農学研究科の長谷川 英祐助手(当時)によれば、カドフシアリ30匹の3つのコロニーを調べたら、よく働くのが2割、仕事をしないのが2割、残り6割は普通という分布だったという。仕事というのは、具体的には(i)巣の外にエサを採りに行く、(ii)卵や女王アリをなめてきれいにする、(iii)ごみを捨てるなどである。

働かないアリの存在理由については、大阪府立大

大学院工学研究科西森 拓助教授(当時)がコンピュータ・シミュレーションで、「優秀でないアリがいた方が巣の生産性が上がる」との報告をしている(3)。

ところで筆者が「ブラブラしている」と言ったアリたちは3つの仕事すべてをサボっており、これらのアリたちが巣の中でどのような役割を果たしているのか大いに関心があった。だが、筆者が行ったひとつの実験がこの議論に疑問を投げかけた。

すなわち、普段は餌として切断して与えているミルワーム(小鳥の餌用の幼虫)を生きたまま飼育ケースに入れ、アリたちの反応を見たのである。するとアリたちは体長が何倍もある「怪獣」の出現におびえて巣箱の中に隠れたが、アルファ女王(全体を支配している女王)が恐る恐る出てきて、暴れまわるミルワームを見届けた上で戻った。そして、直後に「キラキラ女王(翅が光っていたので命名)」と呼んでいたアリが出てきて、一撃のもとにミルワームをおとなしくさせてしまったのである(写真3)。それ以来、筆者はこの女王を「防衛大臣」と呼ぶようになった。その後も、飼育ケース内での防衛役の割合は2割を保ったのは言うまでもない。

この実験から、長谷川氏の「働かない」という定 義はあくまで研究室のように外敵の来ない環境での ことであって、自然界で「有事」の際に働くアリは 普段働かないで体力を温存している、というのが筆 者の得た結論である。いわば、北朝鮮や中国から脅 されて初めて「防衛」という「仕事」の重要性に気 づいた某国の政府よりも、アリの方が賢いようなの だ。



写真3 たった1匹で外敵を仕留めた「防衛大臣」

#### 大学院研究室への「技術移転」

筆者は、長年北大などで非常勤講師をしてきた。 北大にはアリの研究をしている研究室が複数存在するが、中でも地球環境科学研究院 東 正剛教授の「石狩市エゾアカヤマアリ3億6千万匹大群落」の研究は世界的に知られ、筆者も注目していた。研究室のページを閲覧していたら、そこには何とかつての筆者の教え子がいて、筆者が鳴き声の研究に使っているのと同じシワクシケアリを題材とした研究に取り組んでいたのである。

偶然のめぐりあわせで研究室訪問が早まり、扉を 叩いてみたら、東教授から「鳴き声に興味があり、 研究したいテーマもある」と歓迎していただいた。 教え子は、発音器官の電子顕微鏡写真撮影を手伝っ てくれた。

また、神戸大の尾崎研究室では学生の卒論でクロナガアリ等の発音器官の大きさの分布を調べる研究がなされ、東研究室を通じて筆者から鳴き声録音のノウハウを提供した。

さらに、東研究室では後日鳴き声の研究に関心が高いPD(ポスドク)坂本氏が採用されたので、筆者は技術移転の好機ととらえ、教授に提案させて頂いた。その結果、筆者が一定期間研究室に通うなどして、共同研究を推進することになった。

これによって技術移転が進み、アリの観察についても多くのデータが得られた。その基礎を作ったのは、拡大音声と拡大画像を同時にビデオ収録できるシステムの開発である。具体的には、研究室には大きな冷蔵庫など色々な機材があって騒音に囲まれ録音時の障害となっていたが、ある程度遮断できるよう飼育ケースの構造を決めた。また、音声の感度を上げるとファイル収録するパソコンからのノイズが混入しがちだっだが、これを回避する工夫もした。

#### シジミチョウ幼虫の鳴き声もキャッチ

共同研究について検討を始めた頃、Science に衝撃的な論文が掲載された。それは、Barbero らによる「ゴマシジミ幼虫がクシケアリ女王の声をまねて

巣に寄生する」40というもので、明らかにアリの鳴き声の研究の延長線上にあった。これによって昆虫の音声研究で欧米勢に先手を取られたことは残念だが、まだまだこの分野の研究が Science や Nature に掲載されるほど希少であることを確認できた。日本勢にもチャンスは残されているということである。

シジミチョウについては、その後筆者らも捕獲してきた幼虫を使って、鳴いているシーンを収録した。もちろん、録音録画用の飼育ケースはそのために特別に開発したものである。結果は、ツバメシジミの幼虫を単独で収録用ケースに入れた段階ではかすかにボソボソと声を出す程度だったが、共生相手のトビイロケアリを入れると盛んに鳴き声を発生した(図5)。

Barbero らの論文では音声は公開されていたが、鳴いているシーンのビデオはなかった。筆者たちが撮影したものは、トビイロケアリの刺激に対してツバメシジミの幼虫が反応している様子が明快に描写されている。映像との同時収録という観点で一歩進んでおり、学術的にも価値のあるビデオとなった。



図 5 ツバメシジミの幼虫がトビイロケアリに 刺激されて鳴く (a)

#### 今後の研究が目指すもの

収録したクシケアリ成虫が鳴いた場面の多くは、「威嚇」のためだった (b)。たとえば、体長 10mm のクロオオアリと体長 2.5mm のトビイロシワアリがすれ違うと、触覚を触れ合っただけで大きい方の

クロオオアリが電撃を受けたように退散する。なぜ だろうか。筆者の解析では、トビイロシワアリの鳴 き声は体の大きさの割に強力なものである。他方、 クロオオアリは鳴かないが、頭を硬い場所に打ち付 けて仲間に危険を知らせる。この音を聞き分ける能 力を持つくらいだから、鳴かないクロオオアリだっ て音には敏感なのだ。

トビイロケアリも鳴かないアリである。そのアリが「女王アリの声」に似た音を出すツバメシジミの幼虫と共生している。鳴き声を出すことができるのはフタフシアリ亜科などに属する2コブのアリだけだが、鳴き声に反応するのはアリ全体に言えることなのだ。

では、鳴き声を発するアリたちはなぜ2コブなのか。現在わかっていることは発音器官の存在であるが、腹部の付け根にあるヤスリをこするだけなら1コブでもできるはずである。だが、これまで筆者が得たデータは、後腹柄節(2つ目のコブ)が大きな役割を果たしていることを物語っている。鳴き声を持続させるために必要なのである。

以上は成虫についての構造論であるが、筆者らは Barbero らが鳴かないとしている幼虫<sup>(4)</sup>が成虫との 間で音声コミュニケーションをしている兆候もつか んでおり、解明に向けて取り組んでいる。

これらを総合すると、アリ全体が音声コミュニケーションでつながり、さらには「進化の解明」にも 到達する。

これまでアリのコミュニケーションはフェロモン (化学物質で「臭い」のようなもの)が中心とされ、 それに対する行動はいわば「化学反応(反射的)」の ように見られてきた。その観点からは、アリは「知 的」な存在とは想像しがたい。

しかし、音ならば判断を伴い、知的に作用するはずだ。従って、かつてのオーディオマニアが昆虫の専門家と組んだ「日本チーム」は、従来人間が直接認識できなかった世界を「電子の目と耳」で観察し、これまでの常識を書き換えるべく挑戦している。

#### [拡大音声/拡大画像同時収録ビデオの Web 公開]

- (a) ツバメシジミの幼虫がトビイロケアリの刺激 を受けて盛んに鳴き声を発している場面 http://cbn.la.coocan.jp/videos/tsubame001.wmv
- (b) シワクシケアリのワーカーが他巣からの侵略 者を鳴き声で威嚇して追い払う場面

http://cbn.la.coocan.jp/videos/A20100910 565-8. wmv

#### [参考文献]

- (1) アリ類データベース作成グループ 2008「日本ア リ類画像データベース」
  - http://ant.edb.miyakyo-u.ac.jp/J/
- (2) Bert Holldobler and Edward O. Wilson "the Ants" HUP 1990
- (3) 長谷川英祐「お利口ばっかりでも、たわけばっかりでもダメよね!~『集団』行動の最適化~」 日本動物行動学会 NEWSLETTER 2004.1.1 http://www.soc.nii.ac.jp/jes2/NL/NL43\_web.pdf
- (4) Francesca Barbero, Jeremy A Thomas, Simona Bonelli, Emilio Balletto, Karsten Schonrogg "Queen Ants Make Distinctive Sounds That Are Mimicked by a Butterfly Social Parasite" Science 323, 782,2009

#### 筆者プロフィール

■ 千葉 憲昭 (ちば のりあき)



1946 年生まれ。1969 年福岡 工大電子工学科卒業後、北海 道庁技師を経て著述家に転向。 著書に講談社ブルーバックス 「オーディオ常識のウソ・マ コト」、「カメラ常識のウソ・ マコト」、「続・オーディオ常 識のウソ・マコト」などがあ る。

#### 連載 第2回 『試聴室探訪記』

# ~谷口とものり、魅惑のパノラマ写真の世界~<br/>那須高原のログハウス・リスニングルーム

フォトグラファー 谷口 とものり 編集委員 森 芳久

#### はじめに

前号より始まりました連載「試聴室探訪記」、おかげさまで谷口氏の素晴らしい写真に多くの反響がありました。このページの担当編集委員として厚く御礼申し上げます。前回もお知らせいたしましたように、今後はメーカーや販売店の試聴室だけでなく、会員読者のリスニングルームやご愛用のオーディオ装置などもご紹介したいと考えております。是非、会員の皆様のお申し出をお待ちいたしております。ご希望の方は部屋と装置の概要がわかる写真をJAS編集事務局までお送りください。



今回は、編集会議で「まず<u>隗</u>より始めよ」との仰せがあり、私のリスニングルームをご紹介することになりました。谷口氏のフォトマジックで実物以上に出来上がっております。

室内のオーディオ装置につきましては、その機器にカーソルをあてていただくとメーカー名、 機種名が表示されます。

#### 那須の林の中の手作りリスニングルーム

私は、高校時代に LP の音に魅せられ、大学時代はオーディオ部の部室にこもり、卒業後はレコード会社、カートリッジ専業メーカー、そして大手電気メーカーで一貫してオーディオを担当してきました。文字通り自分の人生の大半をオーディオと共に歩んできました。定年退職後は、生業であったオーディオを趣味に戻し、いつでも好きな音を出せるそんな環境を持つことが夢でもありました。また、定年後は田舎でのんびりと暮すと言う漠然とした希望も持っていたのです。

夢と希望は持つものです。偶然のことから海外の友人からログハウスの部材を譲り受けることになりました。しかし家を建てるほどの予算はありません。ならば自作でと無謀にもログハウス建築にチャレンジをしたのです。幸い那須の山林を安く購入することができ、私とパートナーで木々を伐採し小屋が建つスペースを確保しました。整地も友人がユンボを借り出してくれて見事に均してくれたのです。これで、あとは時間をかけてゆっくりと小屋を建てるという計画でしたが、それはとんでもないことだったのです。ログハウスといっても7メートルを超えるログ材の積み上げは素人が何人かかっても手に負えないことが判明。さらに山林を俄かに整地しただけで

#### JAS Journal 2010 Vol.50 No.7 (11 月号)

は基礎がもたない、などなど問題続出でした。

結局、基礎とログ材の積み上げ、そして屋根掛けだけは専門家に頼みました。しかし、その他の部分、窓やドアーなどの建具の取り付け、ロフトの建築、内部の部屋割り、間仕切り、床、天井、そして屋内の電気配線、ストーブなどの暖房設備、キッチン回りなど、設計・施工は全て自分たちで工事をおこないました。おかげで、オーディオ機器などは壁の中に埋め込んだり、中二階にスピーカーを設置したり、自由に設計することができました。CD ラックや大半の家具も自作です。

写真では拡大することもできますので、近寄って観察すると素人細工のアラが見えます。

この小屋内部はトイレ以外ドアーがありません。つまりすべての部屋は音響的に一つの大きなスペースとして考えています。ロフトとの間も階段部、と2箇所の吹き抜けで音は自由に飛びまわっています。この家の着工から完成まで、実に8年を要しましたが、日曜大工ならぬ、土日祝プラス+α大工として、少しは自慢できる腕前になりました(笑い)。

「石の上にも三年」といいますが、「林の中の八年」、オーディオの楽しみに加え、いまでは大工の楽しみを満喫しています。この写真には写っていませんが、この部屋で愛用しているもう一つのスピーカーは SONY の SS-A5 です。

(編集委員 森 芳久)

#### パノラマ画面の操作説明

- パノラマ写真は、<u>ここ</u>か、**前ページの画像**を、ctrl キーを押しながらクリックしてご覧く ださい。
- スピーカー等、カーソルをあてていただくとメーカー名と機種名が表示されます。
- 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
  - 一 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



#### 「テープ録音機物語」

## その52 ワウ・フラッターの規格

# あべ よしはる 阿部 美春

#### 1 ワウ・フラッターの定義

もし何らかの原因で、録音時あるいは再生時にテープ速さが速くなったり、遅くなったり、しかも周期的に変動したとすれば、再生音は当然速さの変動に伴って変化する。テープ駆動に多くの回転体を使うテープレコーダー\*1の場合は、回転部分の僅かな偏心、ガタ、摩擦、アンバランス、スリップなどが回転むらとなってテープ速さに周期的な変動を起こさせる。その結果、再生音は周波数の動揺となって現れ、ちょうど周波数変調を受けたようになる。発振器からの音やピアノの音を録音し、再生してみるとよくわかる。音がふるえたり、濁ったりするのは、このテープ速さの変動が原因である。

テープ速さの変動によって生じる再生周波数信号の動揺、これをワウ・フラッター(Wow and Flutter) と呼び、その動揺の周期の比較的遅いものをワウ、早いものをフラッターとよんでいる。極めて緩やかな動揺は、ドリフト(Drift)といい、ワウ・フラッターとは区別している。

JIS 規格(C5569-1991)<sup>(372)</sup>では IEC 規格 <sup>(387)</sup>にな らってワウとフラッターをワウ・フラッターの周波 数によってつぎのように定義している。

フラッター:録音再生の過程で再生信号の生じた 周波数の変動のうち、その変動の周波数が 10Hz を 超えるもの。

ワウ: 録音再生の過程で再生信号に生じた周波数 の変動が 0.1Hz から 10Hz までのもの。

ドリフト:録音再生中における、記録媒体のゆるやかな速さの変動。

米国では一般的に総称してフラッターと呼び、変

動の周波数が 約 6Hz~100Hz をフラッター、約 0.5Hz~6Hz をワウ、約 0.5Hz 以下をドリフト、約 100Hz 以上を周波数変調(Friction)雑音(または Scrape Flutter)として区別している (392)。

注\*1 デジタル式テープレコーダーの場合は、たとえ回転部分にワウ・フラッターがあっても、再生側で水晶発振器のクロックで整形されるので、その水晶の精度までワウ。フラッターを小さくすることができる。耳の検知限以下と考えてよい(日本オーディオ協会編「ディジタルオーディオ事典」より)。

#### 2 ワウ・フラッターと聴感 (379)(380)(385)(390)(18)

人間の耳はレベルの変動に対しては比較的鈍感であるが、周波数の変動には敏感で、ワウ・フラッターの良否はテープレコーダーの品質を決める重要な要素の一つである。

回転部分の多いテープレコーダーのワウ・フラッターの成分は複雑であり、また周期性をもっている。 図 52-1 にワウ・フラッターの波形の一例、すなわち時間と共に変化するテープ速さの変動の状態を示す。

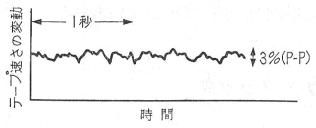


図 52-1 ワウ・フラッター波形の例

図 52-2 はワウ・フラッターの周波数分析の一例、 すなわち変動の周期(ワウ・フラッター周波数)対 変動量(ワウ・フラッター量)を示す。

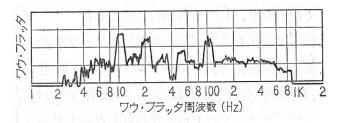


図 52-2 ワウ・フラッターの周波数分析例

ワウ・フラッターのある音で、たとえば最大の変動周波数から最小の変動周波数に至り、さらに最大の変動周波数に帰るように周期的に毎秒繰り返す周波数変動の移動回数をワウ・フラッター周波数といい、録音信号の周波数(fg)と最大変動周波数偏差(△fg)との百分率(±△fg/fg×100%)で表わしたものをワウ・フラッター量といっている。もしワウ・フラッターが各部分から生じ、各種の周期をもつワウ・フラッターが合成されたものであるとすれば、各々のワウ・フラッター周波数とその変動量(ワウ・フラター量)の間には聴感上関係がある。

テープレコーダーからの再生音に現れるワウ・フラッター、すなわち音程の上下は、その周期が非常に遅い場合(3Hz 以下)、特に持続音の場合、よくきかれるワウとなって聞こえ、これより早い周期(3~10Hz付近)では震音(周波数変調された音:ウォーブルトーン)として聞こえる。さらに早い周期では再生音が濁って感じる。いいかえれば、ワウ・フラッターの周波数成分によってわれわれの耳には違った心理的影響が与えられるというわけである。

またわれわれの耳はワウ・フラッター周波数や変動波形そして録音信号の内容によってワウ・フラッター量の感じ方が違ってくる。たとえば同じテープレコーダーでピアノの音を聞き、ワウ・フラッターを感じても、人の声だと感じなかったり、また同じワウ・フラッター量でも、フラッター周波数成分の違う2つのテープレコーダーで同じプログラムのも

のを再生したとき、一方のテープレコーダーで目立 つワウ・フラッターが他方では目立たないというこ とがある。

NHK 技研の実験結果によれば (380)、

- (a) 信号の周波数には関係ない。
- (b) 信号音は複合音のほうが純音より目立つ。 しかし、実際には音楽や会話などの複合音は レベルの変化やビブラートのように、すでに 周波数変動を伴っている場合が多いのでわか りにくい。
- (c) 減衰音は減衰が早いほど目立つ。ピアノの場合はむしろ持続音的な部分があるため目立つ。
- (d) 変動波形 (ワウ・フラッター) は、波高率の 高い波形、すなわちパルス的な変動の方が正 弦波的な変動より目立つ。
- (e) 信号音の大きさにはあまり関係ない。
- (f) 変動の周期 (ワウ・フラッター周波数) は 3Hz 前後が目立つ、後述の重み曲線 (聴感補正曲 線) は検知限の周波数特性から定められたも のである(**図** 52-3)。
- (g) プログラムによる差は表 52-1 に示すように ピアノ独奏が目立ち、シンホニー。男声の順 になっている。

など、いろいろな角度から試聴試験が行われ、その 結果からワウ・フラッターの試験方法と判定規準が 決められていた。

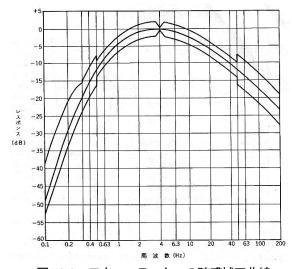


図 52-3 ワウ・フラッターの聴感補正曲線

単位 % (聴感補正実効値)

| 音源の種類  | 検知限   | 許容限  |
|--------|-------|------|
| ピアノ独奏  | 0. 14 | 0.31 |
| シンホニ 1 | 0.35  | 0.69 |
| シンホニ 2 | 0.43  | 0.67 |
| シンホニ 3 | 0.42  | 0.62 |
| 男 声    | 0.86  | 1.89 |

備考 検知限:変動のある音をきかせ,確率 0.5 で変動があるとしたときの変動量 をもって検知限とする。

> 許容限:変動のある音をきかせ,確率 0.5 で変動が気にならないと答えたと きの変動量をもって許容限とする。

表 52-1 ワウ・フラッターの許容値

#### 3 ワウ・フラッター量の測定と表示

ワウ・フラッターに関する規格は 1950 年代後半頃から主にドイツ、アメリカ、日本など、それぞれ独自の規格が作られ、そのため、ワウ・フラッター測定値も異なり、相互比較が困難であった。

放送番組の国際的交換のために、CCIR (国際通信諮問委員会) が番組の技術的な質の観点からワウ・フラッターの測定や、許容値についての提案が早くだされていた (375~378)。

測定上の問題としては、

- (1) 測定するワウ・フラッター周波数
- (2) 測定する信号周波数
- (3) ワウ・フラッター周数数に対する重みづけ (聴 感補正)
- (4) 測定計器の整流および動的特性 が焦点であった。

(1)、(2)については大きな議論もなく意見の一致をみたが、(3)の重みづけに対してはワウ・フラッターの検知限の周波数特性の実験結果から重み曲線(聴感補正曲線)が各国から提案された。それらの平均的な特性に近いドイツのDIN規格(381,382)の重み曲線が早くに採択され、規定周波数範囲や信号周波数と

ともに、1970 年には CCIR 勧告<sup>(383)</sup>として決定され た。

CCIR 勧告は、0.2Hz~200Hz のワウ・フラッタ 一周波数を測定できること、信号周波数は3,000Hz または3,150Hz、重み曲線は**図 52-3** のようにする と述べられている。

しかし、計器の整流方式については意見が対立し、 r.m.s.(平均値または実効値)か peak (尖頭値) かを 明記することで、択一の決定はされていなかった。

r.m.s.と peak の対立は放送局などで番組音のレベルを監視し、調整するために用いるプログラムメーターや音量計についても同じようなことがある。 アメリカ\*2、日本\*3 などでは実効値的な考えによって決められているのに対して、ヨーロッパではピーク指示的なものが用いられている。

音の大きさの感覚は、音圧のピーク値に比例しているものではなく、音の持続時間が少なくとも150ms くらいまでは、継続時間が長いほど、同じ音圧値でも大きくきこえることは衆知のことである。

指示計の形式と聴感との関係について、両者は必ずしも了解に至っていないが、指示計の読みやすさの点からピーク計を可とする意見などもあって、大勢は DIN 規格を基調とする weighted peak (聴感補正尖頭値)に集約され、ようやく米国の賛同\*4 (386) (389) もあって、IEC 勧告として国際的な統一となってきた。したがって、IEEE 規格が r.m.s.から peak に変わったように、遅ればせながら JIS 規格においても 1991 年になってようやく peak 指示となった。

測定信号周波数は3,150Hz に変更された。これは音響の測定において1,000Hz を含む1/n オクターブ間隔の周波数が望ましいとする ISO 規格\*5 から決まった値である。

また、測定はテープレコーダーの録音または再生 のどちらかについて行い、それができない場合は供 試録音機で 3,150Hz 純音を録音し、これを数回再生 して各回の測定値の相加平均を計算で求めてもよい としている。

#### JAS Journal 2010 Vol.50 No.7 (11 月号)

メーターの動特性については、測定用のパルス波 形を含めて、その波形を加えたときの指針の触れで 規定している。

動特性を明確に規定していたのは DIN が最初で、 CCIR (=IEC)がこれにならっている。 DIN と CCIR の違いは放電時定数のみで充電時定数は同じ である。

指示計の動特性は最終的には IEC (国際電気標準会議) 規格に落ち着いたのでその詳細については IEC に準じた JIS C5569-1991 から以下に記す。

『指示計の動特性:指示計は、入力に繰り返し 周期 1Hz で一方向性の形波信号 (パルス時間 A) を加えたとき、パルスの振幅に等しいピーク・ツ ー・ピーク値(2⊿ f<sub>sin max</sub>)をもつ 4Hz の正弦波で 周波数変調された信号によって得られる指示値の B%を指示しなければならない (図 53-4 参照)。

#### $2 \angle f_{\text{pulse}} = \angle f_{\sin \max}$

復帰の指示値は、繰り返し周期 1Hz、持続時間 100ms のパルス信号を加えたとき、パルス間で 36~44%の範囲内でなければならない。

動特性は、聴感補正回路を含む測定系全体を含んだものとする。』

表 52-2 にワウ・フラッター規格の変遷を、表 52-3 に 1960 年以降のワウ・フラッターの性能規格(例) の変遷を示す

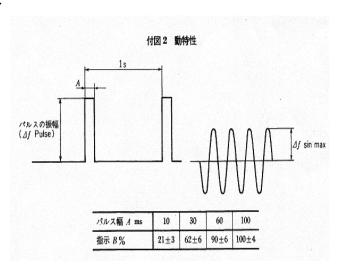


図 52-4 ワウ・フラッターメーターの動特性

| 年    | 国  | 規格名   | 規格番号        | 測定周波数(Hz) | 周波数範囲(Hz) | 聴感補正 | メーター指示 | メーター動徳性  |
|------|----|-------|-------------|-----------|-----------|------|--------|----------|
| 1953 | 米  | IRE   | 193         | 3000      | 0.5-200   | なし   | 平均値    | 規定なし     |
| 1953 | "  | NARTB |             | "         | "         | "    | 尖頭値    | "        |
| 1954 | "  | ANSI  | Z57.1       | "         | "         | "    | 平均値    | "        |
| 1960 | 日  | JIS   | C 5511      | "         | 規定なし      | JIS  | 実効値    | "        |
| 1962 | 独  | DIN   | 45 507      | 3150      | 0. 2-200  | DIN  | 尖頭値    | DIN      |
| 1964 | 日  | BSS   | 21-9603     | 3000      | 0.5-100   | JIS  | 実効値    | "        |
| 1965 | 米  | NAB   |             | "         | "         | DIN  | 平均値    | ASA標準音量計 |
| 1966 | 独  | DIN   | 45 507      | 3150      | 0. 2-200  | "    | 尖頭値    | DIN      |
| 1966 | 日  | JIS   | C 5551      | 3000      | "         | "    | 実効値    | パルス幅5秒   |
| 1966 | 国際 | CCIR  | 409-2       | 3000/3150 | "         | "    | 尖頭値    | CCIR     |
| 1971 | 米  | IEEE  | 193         | 3150      | "         | "    | "      | "        |
| //   | "  | ANSI  | S.4.3 draft | "         | "         | "    | "      | "        |
| 1972 | 国際 | IEC   | 386         | "         | "         | "    | "      | "        |
| 1982 | 米  | AES   | AES6        | "         | "         | "    | "      | "        |
| "    | "  | ANSI  | S4.3        | "         | "         | "    | "      | "        |
| 1991 | 日  | JIS   | C 5569      | 11        | 11        | "    | "      | "        |

表 52-2 ワウ・フラッター規格の変遷

#### JAS Journal 2010 Vol.50 No.7(11 月号)

| 年    | 玉  | 規格名 | 規格番号   | メーター指示   | 測定方法 | 業務用  |       |      | 一般用          |      |      |
|------|----|-----|--------|----------|------|------|-------|------|--------------|------|------|
|      |    |     |        |          |      | 38   | 19    | 9.5  | 19           | 9.5  | 4.8  |
| 1960 | 日  | JIS | C 5511 | 聴感補正実効値  | 甦    |      |       |      | 0.25         | 0.5  |      |
|      |    |     |        |          | 録音再生 |      |       |      | 0.35         | 0.7  |      |
| 1965 | 米  | NAB |        | 非聴感補正平均値 | 再生   | 0.15 | 0.2   | 0.25 |              |      |      |
|      |    |     |        | 聴感補正平均値  | "    | 0.05 | 0.07  | 0.1  |              |      |      |
| 1966 | 日  | JIS | C 5511 | 聴感補正実効値  | "    |      |       |      | 0.15/0.25    | 0.4  | 1    |
| 1974 | 独  | DIN | 45 511 | 聴感補正尖頭値  | 録音再生 | ±0.1 | ±0.15 |      |              |      |      |
| 1975 | "  | "   | 45 500 | "        | "    |      |       |      | ±0.2 (Hifi用) |      |      |
| 1976 | "  | "   | 45 511 | "        | "    |      |       |      | ±0.2         | ±0.3 | ±0.5 |
| 1981 | 国際 | IEC | 94-1   | "        | 再生   | 0.06 | 0.1   |      | 0.2          | 0.3  | 0.4  |
| 1996 | 日  | JIS | C 5562 | "        | 再生   | 0.06 | 0.1   |      | 0.2          | 0.3  | 0.4  |

表 52-3 ワウ・フラッターの性能規格の変遷(1960 年以降)

注\*2 米国放送連盟(NAB)の磁気録音再生に関する 規格(1965 年)は標準音量計(ASA=ANSI C-16.5 -1961)を用いた平均値整流の実効値指示方式であ った。1971 年になってようやく IEEE 規格が IEC に準じ、Weighted Peak(聴感補正尖頭値)表示 に変わった。

IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)は米国に本部をもつ電気電子学会で、専門分野ごとに39の Society と称する分科会を持ち、それぞれに会誌(論文誌)を発行している。他に主な活動として標準化活動(規格の制定)を行っている(フリー百科事典・Wikipediaより)。

注\*3 日本の規格は 1957 年頃、NHK で数名の被験者を対象にした実験結果に基づいて BSS (放送標準仕様書)で実効値整流の実効値指示方式に定められ、その後 JIS 規格 (C-5550-1967) に採用されていたが、1991 年の JIS 改正で、IEC に準じて、聴感補正尖頭値表示に変わった。

なお、重み曲線(聴感補正曲線)に関して日本では、JIS C5551-1966以降、国際的に共通な DIN 規格 (=IEC 386) が採用されているが、旧 JIS(C 5511-1960)までは BSS 21-9603 (1964)に準じた補正曲線が使われていた(図 52-5)。

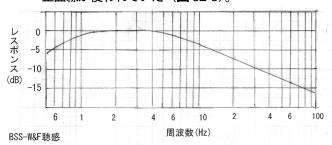


図 52-5 BSS 規格(1964) のワウ・フラッター聴感補正曲線

注\*4 IEEE 193-1971=ANSI S.4.3-Draft 注\*5 ISO 266:Accoustics-Preferrd Frequencies(本 物語「その50」、3 項参照)

#### 4 ワウ・フラッターメーター (384)(389)

図 52-6 にワウ・フラッターのブロックダイアグラムの一例を示す。

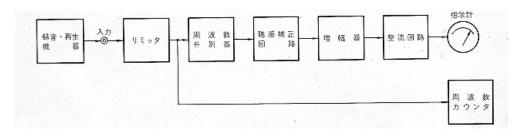


図 52-6 ワウ・フラッターメーターのブロックダイヤ(例)

#### JAS Journal 2010 Vol.50 No.7(11 月号)

回転機器で発生する回転速度のむら、すなわちワウ・フラッターは周波数変調波であって、FM 受信機と同様の原理で、その偏移量を測定できると考えてよい。

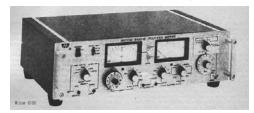
一定の信号周波数 3,150Hz(または 3,000Hz)の連続した信号を、例えば、テープレコーダーで録音・再生し、周波数変調と振幅変調の影響を受けたこの信号をワウ・フラッターメーターに加え、振幅制限回路(リミッター)で振幅変調の影響を取り除いた後、3,150Hz の周波数弁別器により周波数変調波を検波してワウ・フラッター信号のみを取り出す。そして規定の聴感補正回路を通して増幅した後、規定の指示方式に基づいた回路で整流し、その信号によってメーターを振らせるという構成になっている。また、ワウ・フラッターメーターは周波数カウン

また、ワウ・フラッターメーターは周波数カウンターを内蔵し、テープ速さ、回転数などを測れるように多機能に設計されたワウ・フラッターメーターもある。

写真 51-1~51-4 と表 51-4 に代表的なワウ・フラッターメーターの例(1973 年頃)を示す。



(a) SENTINEL FL-3 (米)



(b) MICOM 8100 (米)



(c) EMT 424 (独)



(d) 目黒電波 MK-668(日)

写真 52-1 ワウフラッターメーター(例)

|          |        | SENTINELL | EMT          | MICOM         | 目黒電波          |
|----------|--------|-----------|--------------|---------------|---------------|
|          |        | FL-3D-1   | 424          | 8100          | MK-668        |
| 種別       |        | 普及品       | 高級品          | 高級品           | 中級品           |
| 製造国      |        | *         | 独            | *             | 日             |
| 用途       |        | 工場        | 開発部門         | 開発部門          | 工場            |
| 基本規格     |        | IRE       | DIN          | NAB/DIN       | JIS/NAB/CCIR  |
| 測定中心周波数  | (Hz)   | 3000      | 3150         | 3000          | 3000          |
| 測定範囲     |        | 2レンジ      | 6レンジ         | <b>フレンジ</b>   | 4レンジ          |
|          |        | 2/0.5     | 0.03/0.1/0.3 | 0.01/0.03/0.1 | 0.1/0.3/      |
|          |        |           | 1/3/10       | 0.3/1/3/10    | 1-3           |
| 周波数特性    | 平坦(Hz) | 0.5-250   | 0.2-300      | 0.3-200(DIN)  | 0.5-200       |
|          |        | 0.5-6     | 0.2-10       | 0.5-200(NAB)  | 0.5-6         |
|          |        | 6-250     |              |               | 6-200         |
|          | 聴感補正   |           | DIN          | DIN           | DIN           |
| メーター指示方式 |        | 平均值       | 尖頭値          | 平均值/尖頭值       | 実効値/平均値/尖頭値   |
| メーター動特性  | 指示計読み  |           | DIN          | NAB/DIN       | JIS/NAB/CCIR  |
|          | シグマ法   |           | 1/2/3シグマ     |               |               |
| 周波数分析    | 周波 数   |           | 1-100Hz      | 0.5-600Hz     |               |
|          | 帯域幅    |           | ± 20%        | ± 5%@3dB      |               |
| テープ速さ測定  |        |           |              |               | $3k \pm 1kHz$ |
| 自己校正     |        |           | 可能           | 可能            |               |

表 52-4 主なワウ・フラッターメーター例 (1973 年頃)

#### JAS Journal 2010 Vol.50 No.7 (11 月号)

#### 謝辞

今回は主に境 久雄氏のご厚意で NHK 技研の頃 書かれた論文等から抜粋転載させていただきました。 また、室岡 衛氏(元目黒電波、故人)、J.McKnight 氏 (元 Ampex) 他の論文、記事からも参考にさせて いただきました。ここに厚く謝意を表します。

#### 【参考文献】

- (18) 阿部美春編著「テープレコーダー」NHK 出版(1969.03)
- (361) JIS C5550-1967 テープレコーダ
- (372) JIS C5569-1991 録音再生機器におけるテープ 速さ変動の測定方法
- (375) CCIR Study ProgrammeNo.74(X), Question No.42, Geneva 1951-London 1953
- (376) CCIR Doc.187,London 1953(U.S.A.),IEEE Standard 193-1953.ANSI Standard Z57.1 -1954
- (377) CCIR Doc.65 Warsaw, 1956 (Germany)
- (378) CCIR Doc.364, Warsaw, 1956(Japan)
- (379) 黒木総一郎「ワウ・フラッターはどこまで許せ るか」 放送技術 (1956.10)
- (380) 黒木総一郎、境 久雄「フラッターの検知限とその表示方法について」 NHK 技術研究第 30 号 (1957.03)
- (381) DIN 45507-1962" Messgerate fűr Frequenzschwankungen bei Schallspeichergeraten (1962.10)
- (382) DIN 45507-1966 Messgerate fűr Frequenzschwankungen bei Schallspeichergeraten (1966.10)DIN45 シリ ーズ翻訳、(社)関西電子工業振興センター -1976.01)

- (383) CCIR Recommendation 402-2-1966
- (384) 室岡 衛「ワウ・フラッターメーターの取扱い 方」電子計測(1967.11)
- (385) Hisao Sakai"Perceptibility of Wow and Flutter" J.AES (1970.06)
- (386) J.G.Mcknight "Weighted peak Flutter measurement- A Summary of the New IEEE Standard" J.AES(1971.11)
- (387) IEC Publication 386(1972) Method of measurement of speed fluctuation in sound recording and reproducing equipment
- (388) J.G.Mcknight"Development of a Standard Measurement to Prediot Subjective Flutter" IEEE transactions Audio and Electroacousits Vol.AU-20, No.1 (1972.03)
- (389) 室岡 衛「ワウ・フラッタの測定技術と諸問題」 目黒伝播測器㈱技術資料 No.103 (1973.09)
- (390) 境 久雄「ワウ。フラッター」日本音響学会誌 29 巻 12 号(1973.12)
- (391) J,G.McKnight "The new standard for Weighted Peak Flutter Measurements" db(1974.01)
- (392) AES6-1982(ANSI S4.3-1982) Method for Measurement of Weighted Peak Flutter of Sound Recording and Reproducing Equipment