

【連載：「NH ラボセミナーより」第1回】

親父さんの背中を追って

NH ラボ (株) 代表取締役

中島 平太郎

I. 井深さんとの出会い

御殿山にあった東京通信工業（ソニーの前身）に井深大社長を訪ねて、NHK 技術研究所の島茂雄音響研究部長に同行したのは、1951年春の桜の花が満開の季節だった。開発を終えた単一指向性コンデンサマイクロホンの商品化を依頼するためであった。井深さんにお会いした第一印象は大変気作な方とお見受けした。駆け出しの若造の話を熱心に聞いてくださった記憶がある。（写真1）

それから20年、お願いしたマイクはソニーC37としてニューヨークのブローウェイでデビューした。その後継機C38は、40年以上のロングセラーとなった。以来、超薄型のスピーカーやテープレコーダーでお付き合いが続いた。1971年私はNHK放送科学基礎研究所の所長として視聴覚と光物性の研究に優雅な生活を楽しんでいた。その平和な生活を乱すかのように「今のような学究的な生活よりは、物作りの現場が数倍楽しいぜ」のお誘いに、井深さんのペースに巻き込まれた。学者づらをしたお前が生き馬の目を抜きかねないソニーで勤まる筈がない。やめた方が身のためだと忠告してくれる友もいたが何となくずるずるとソニーに転職してしまった。



写真1. 井深大氏（1993年）

1982年、やっとの思いで作り上げた20年来の念願であったコンパクトディスク（CD）の商品第1号機を持って井深邸を訪ねた。CDの音を聴きながら「よくここまで仕上げてくださいありがとうございます。苦勞の甲斐があったね。・・・しかしアナログも捨て難いよなあ」～井深流のほめ方に苦笑した。そして、その日は同時にソニーからアイワ(株)に転出する挨拶の日でもあった。永年の夢であったCDの成果を味わうことなく、やるせない憶いを胸に秘めて転職する私に「技術も経営も同じこと。すべて“ひと”じゃよ。好きなようにやってこい」と背中を押してくれた。

1992年6月、待望の日本オーディオ協会の社団法人化が実現した。それは井深会長の永年の夢であった。法人化推進の下働きをしていた私は早速会長宅に向いた。労いの言葉を戴いたままではよかったが、「頼まれついでに初代会長も引き受けてくれ、俺はやらんからな」「それはないでしょう。あれだけ力を入れておられたではないですか。第一、井深さんと私では格が違います。比べて見劣りする役はいやです」「それはかねてから決めていたこと。各方面のネゴもすんでいる。視野を広げるよいチャンスだ」否も応もなく敷かれた路線に乗せられてしまった。

私の人生の岐路 ～ 以上の3つの転機を軸に半世紀を超す私のオーディオ人生はいつの間にか井深さんの背中を見ながら歩くことになっていた。自称オーディオマニアとして舌鋒鋭く、時と処に無頓着に、あっけらかんと議論を吹きかけられ、首を縦に振れば具体的な行動をとらざるを得ず、反論すれば矢継ぎ早に次の矢が飛んでくる。ある時は戸惑いながら、ある時は冷や汗をかきながらのお付き合いであった。うるさいが親身で頼れる井深の親父さんに師事し、否応なくオーディオ談義に巻き込まれた40年間を振り返ってこれを3つのキーワードでまとめてみた。

## II. 3つのキーワード

### 1. 音楽を聴け

「君は音楽を聴かないで、音ばかり聴いている。ちょっとした小理屈ばかり言ってはよいスピーカーは生まれません。音じゃなくて音楽を聴かなあかん。」

音楽を聴くとは文字通り音楽を聴くこと。音を聴くとは音の立ち上がりとか音像の出かたの善し悪し、つきまとう余計な音の出所などに注目して音を聴くと理解している。「私は勿論音楽を聴いています。同時に井深さんの言われる音も聴きます。音を聴かなければ作っているスピーカーのどこが不具合か、どこを改善したらよいかつかめません」「そのこだわりが悪さをしていると思うよ」このような音質議論のやり取りはすれ違いで折り合うことなく果てしなく続く。楽しみながらのやり取りの中で、言わず語らずの一致点は、最終的にスピーカーの良否の決め手になるのは電気音響学の変換理論や動作解析に常用される「正弦波信号」に頼るのではなく、聴く音楽の「楽音波」を用いて、ひとの聴覚で判断すべきであるという点であった。

楽音波と正弦波の違いは表1に示す通り。多くは定量的に解明できる正弦波に依存して十分に事足りるし、これに楽音波をとり込んでゆけばピークレベルやコイルの発熱などのほか、スピーカー特有の抵抗ひずみやドップラひずみ、立ち上がり時間などについても解決の糸口までは到達できるであろう。しかし、変動波の性格から考えると多分に定性的な領域にとどまるであろう。

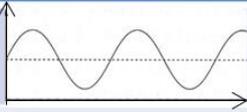
	正弦波	楽音波
波形		
波形の特徴	持続繰返波	変動連続波
動作の解析	電気音響学利用； 定量化が容易 最適 楽音波形とほど遠い	楽音ごとに波形が変動する 定量化が難しい
ピークレベル/ 実効値	3dB	20~30dB
発熱	1桁大きい	小さい
抵抗ひずみ	一定値	波形の変動に依存し 変化が激しい
振動板動作	正弦波の集合	0~2fs, 0~数mmの間で 振動板がゆらぐ(図3)

表1. スピーカー解析における正弦波と楽音波の違い

◆ それから 20 年を経た現在—ランダム雑音源の導入を—

スピーカーにまつわる諸現象の解明に、変動きわまりない楽音波の代わりに、それよりもっと扱いやすい波はないだろうか。その解を求めて楽音のレベル分布<sup>(1)</sup>に着目してみた(図1)。

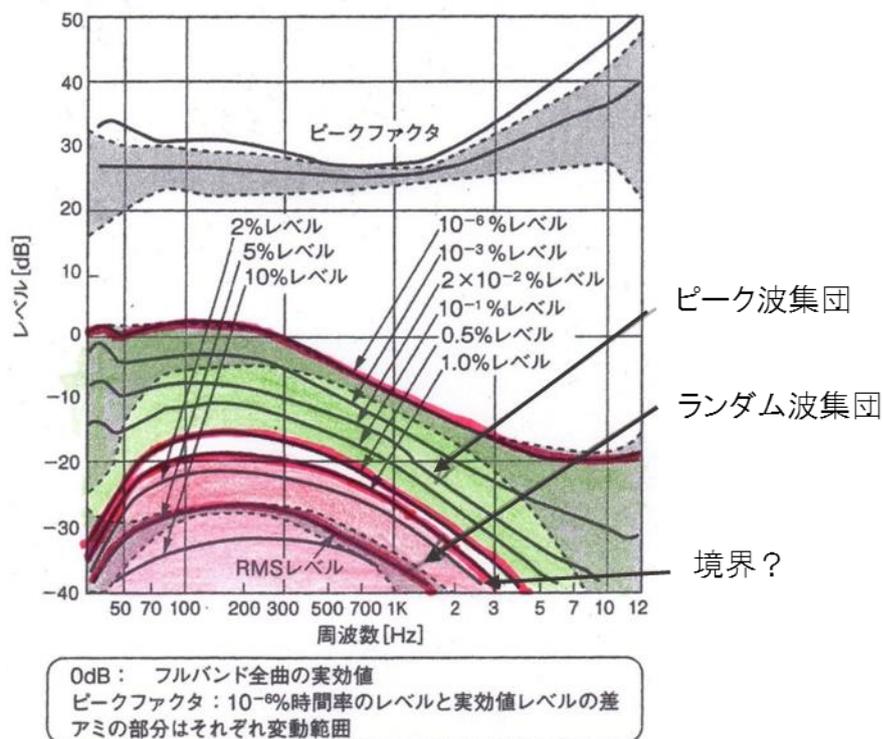


図 1. オーケストラ演奏音の平均スペクトル分布(移動平均)

その中から得られた知見として、頻度の少ないピークレベルと頻度の多い実効値(RMS)近傍のレベル分布とで、ピークが振動板の振幅に及ぼす影響が著しく異なっていることに気付いた。概念的な話で幼稚な表現しか書けないことを許して戴きたい。頻度の少ないピークは、その一つ一つが独立したピーク波でお互いに干渉し合うことはなかろうが、ピークの頻度が次第に多くなってくると、遂にピークとピークとが重なり合ってピーク波形が零にもどらないうちに次のピークの立ち上がりが重なり、それが周波数やレベルにランダムにあちこちで発生する。ピークの密度がさらに大きくなると、ピークのご概念とはまったく異なる波の形で、恐らく想像の域を出ないが、白色雑音に近いランダム振動に似ているように思われる。

一連のピークレベルの出現比率の頻度の大小によって頻度の少ないピーク波単体の集合体で処理できる領域と、いま述べた白色雑音ランダム振動で処理した方が実態に近い領域では、これが作用する振動板の振動をはじめ、放射された音場での信号処理などの手法が異なってくると思われる。楽音波をピークレベルの大小で二分して取扱う方が、複雑に入り交じったままの入力で考えるよりは取り扱い易くなるのではないだろうか。そういう観点からランダム音源を導入して楽音波を眺めなおしてみたい。ピーク波の集団との線引きがどこに引けるかは軽々に決め難いが、とりあえず恥をかく覚悟でレベル分布 1%と決めておこうか。それで分割した効果を見ながら次のステップを考えてみたい。

1例として共振周波数が  $f_0=70\text{Hz}$ 、 $f_0$  における  $Q=0.7$  の正弦波入力の場合のスピーカーの振幅特性を例示する (図2)。

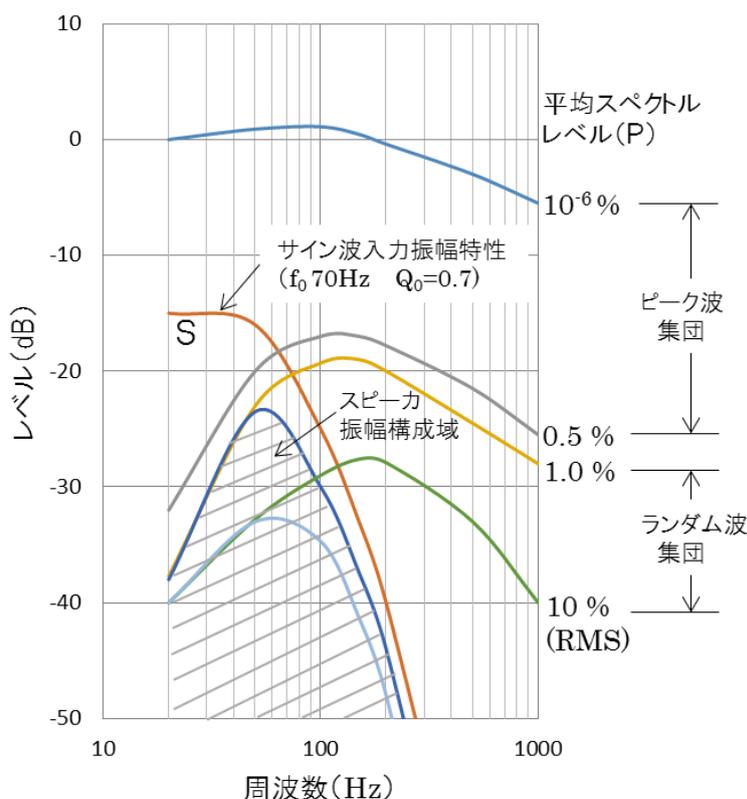


図2. ランダム波によるスピーカー振幅構成域

一定入力の正弦波信号に対する振動板の振幅特性  $S$  ( $f_0$  以下一定、 $f_0$  以上  $1/f^2$ ) を平均スペクトルレベル (P) に適用してみると、振動板の実振幅は図のハッチング部に示される振幅一周波数の範囲をランダム振動していることになる。つまり振動板は ( $f_0=70\text{Hz}$ 、 $Q=0.7$  の場合)

[周波数 20~200Hz の範囲、最大振幅 50~70Hz で 20~23dB 程度]

の範囲をランダムに振動すると仮定して解析をすすめてゆけば従来よりは、より実態に近い知見が得られるように思われる。(2)

1) 高調波ひずみと聴感との関連

高調波ひずみが振動板の振幅を上記変動振幅から見た場合、その大きさと聴感との関連がどうなるのか。微小振幅を実効スティフネスが増大する現象は聴感にどう影響するか？

2) ドップラひずみ、指向性による変調ひずみ

両者とも高低2つの正弦波信号を加えた場合、低音の振幅によって高音の周波数が変調されるひずみは、低域振幅が上記ランダム振動すると、高域の変調は変動幅も周波数も瞬時に変動するひずみとなる。実際に発生する変調ひずみと聴感の係に結びつく可能性が高いように思われる。

3) ボイスコイルの抵抗ひずみ

ボイスコイルの発熱による抵抗は入力信号の大きさに比例して増減する。次に到達する入力信号はいまの信号に比例した振幅が加算されて変動する動作は、上記振動板と同じ振る舞い

と考えられ、加わる信号の大小、変化の速さによって変わる。変わり方は熱と抵抗の時間対応の差もあり、定量化は難しいが避けて通れない問題でもある。

#### 4) スピーカーのエイジング

コーン紙の繊維間の馴染み、接着剤の折り合い、木材間のすり合せなどのため、スピーカーに微振動を与えてエイジングするのに楽音波が有効であることは周知であるが、2つに分けた楽音波のピーク波集団とランダム波集団の寄与度が解明できれば、有効なエイジングの仕様が求められるのでは？

#### 5) 音の立ち上がり時間、NFBの振幅と時間のトレードオフ

楽器の鋭い立ち上がり時間が音の良否の一つの尺度ととらえ、音の立ち上がり時間と振動板の振幅の追従速さ、NFBの時間軸と追従性は楽音波を二分したピーク波集団に集約して検討すれば知見が得られ易くなるのでは？

#### 6) 音の大きさの指示

ピークレベル計、音量計なども目的別に適切な手法が楽音波のピーク集団別のアプローチが役に立てるようになるかも。

すべては、ランダム波集団を正弦波と楽音波の中間のつなぎの役割にどれだけ貢献できるかを取り上げてみるつもりである。

## 2. シンプル・イズ・ベスト

良い音を作る秘訣は、単純明快、できるだけシンプルで余計なことをせぬこと。音質が良くなるからといって、部品の数をややせば、必ず副作用が出る。

井深さんが口癖のように、俺はデジタルが嫌いだといわれる。とんでもなく大型のLSIを使い、難しい技術を駆使しなければならないデジタルを、なんでオーディオに使わなければならないのか。デジタルはコンピュータだけでたくさんだと思う。たとえその動作がスイッチ回路だからというのは気休め。オーディオの真髄であるシンプル・イズ・ベストの精神に反するのではないか。

私は、デジタルは波形をいくらいじっても悪くならないどころか、矯正すればよい波形にすることもできる。結果として、昔から波形ひずみや雑音で悩まされ続け、子から孫へとコピーをするたびに悪化するのが身にしみている現状から脱却できること。小型軽量、抜群の操作性が実現すればオーディオの普及に大きく貢献する可能性を力説した。井深さんは、またお前のホラ吹きが始まったといった顔つきだった。なんとかその研究を黙認してもらったが、とても心底から納得して戴くには到らなかったと思っている。

### ◆ それから30年を経た現在 ～1つの部品に2つの機能を～

スピーカーの主要部品のひとつ、キャビネットに音流をスムーズにという特徴を付加できないか。それができれば今進めている「クリアな音像」と「きれいな音流」の2つを兼ね備えたシンプル・イズ・ベストの精神がキャビネットで活かされないか。

クリアな音像の実現にはスピーカーの音場ひずみの改善が必須である。そのためには振動板の形状とキャビネットの形状が連続してツライチになっていて、空洞や段差がないこと、キャビネ

ットの箱の異常振動を極力抑えること、回折効果による特性の山谷が少ないことなどを検討し、それらを集約して数年前から卵形スピーカーの実用化をすすめてきた。結果として、従来のスピーカーで実現できなかった音質を得られる目途がたった。

このスピーカーで発生した出力音圧を、観測点における「音像」の観点から眺めると（図3）、その音像を形成する主要部分は観測点に正対する振動板から放射される直接音である。

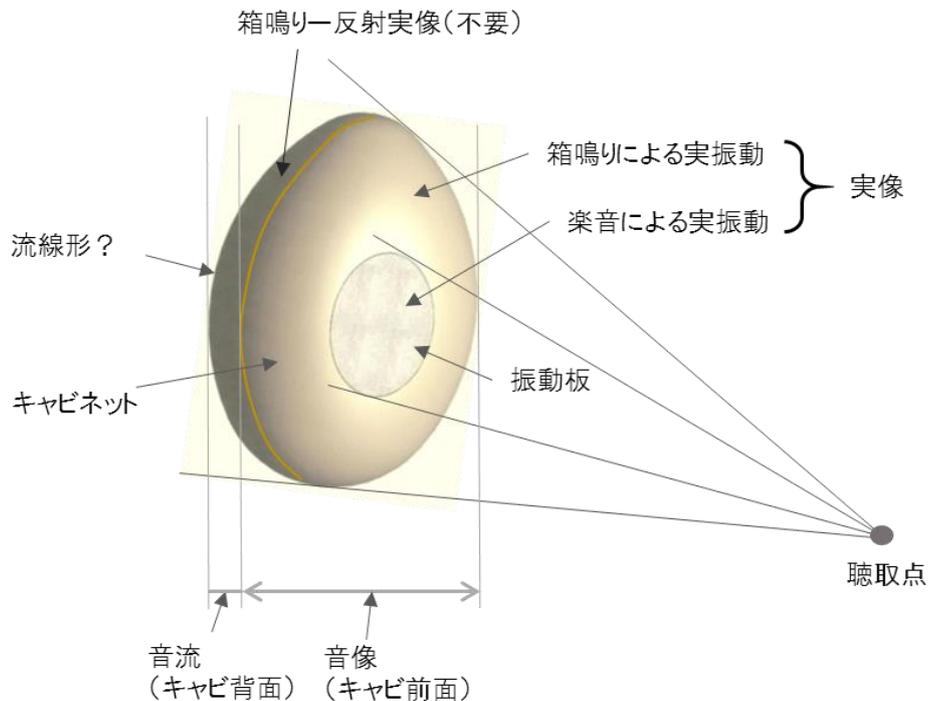


図3. 二兎を追う

振動板の周縁に続くキャビネット前面板の異常振動は、振動板と時間遅れの少ない同相の放射音で、音像劣化はそれほど大きくはない。それに対しキャビネット背面はすべてキャビネットの異常音であり、それは部屋の後壁で反射した時間遅れの放射音で、音像の質の劣化に直結する。むしろこれらの反射波は拡散や反射によって分散させ、音像の形成に加わらないようにした方がよい。またキャビネットの形状に起因する回折効果はその一例を例示するように（図4）、スピーカー取付けの前面の形状に多くを依存し、背面の形状の依存度は極めて小さいことが理解できよう。

端的に言えば、スピーカーの前面と背面とでは音像形成に対してその寄与度は全く異なっている。むしろスピーカーの背面は異常振動させる変形球状でなく、音像形成とは別の概念を導入すべきではなからうか。背面の形状をどうとらえるか原点に立ち戻ってみると、空気振動による音の流れに着目したらどうだろう。同じ空気流といえば飛行機胴体や新幹線の流線型を参考に、キャビ前面では卵形、背面は流線型といった2つの機能を分担させるのも一法。これを起点として新しい形のスピーカーにチャレンジしてはいかがであろうか。

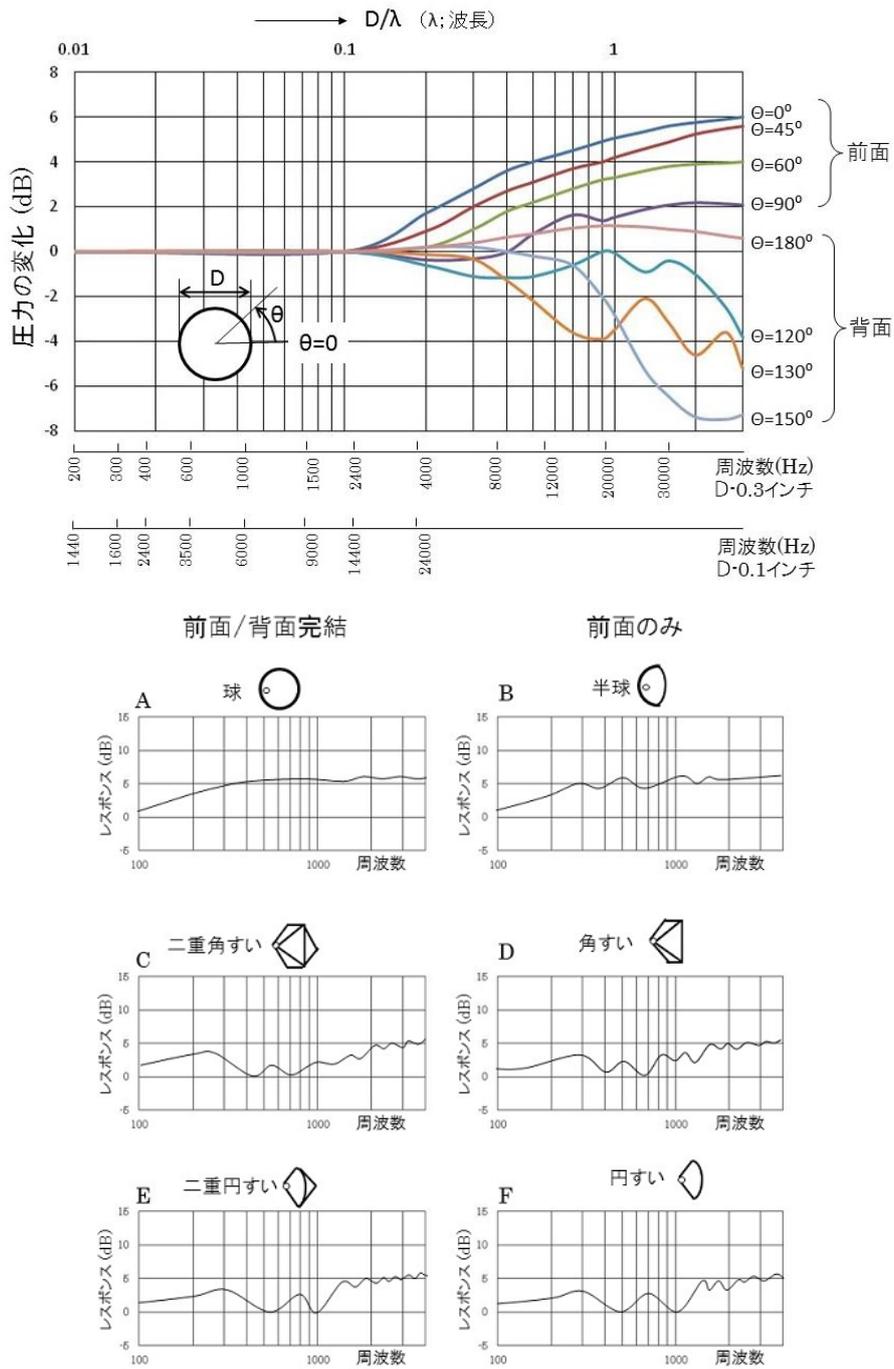


図 4. 回折効果の特徴

### 3. 閃いたらすぐやる

「とにもかくにも手を動かせ。出来不出来よりコンセプトを具現化してみることに。いかんと思ったらすぐにやめよ。朝令暮改。面子に拘るな。」

ソニーに入社してすぐに井深研究室に出向いた。着任の挨拶もそこそこ、「中島さん、カセットの音が良くない。FMで録音したらどうかね」「FM放送の経験から推すと多少よくなるでしょう」「多少かね。放送の制約を取り払っても駄目かね」話はあちこち飛んだ。

数日後再訪問して驚いた。基板むき出しのクリップでとめた生煮えの配線ながら、FM 記録のバラックから FM の音が流れていた。誰がどうやってデッチ上げたか知らないが、思うに井深ファミリーの中では FM というキーワードを耳にしたら、おっとり刀ですぐ手をつけたのでは～なるほどこれが井深流“すぐやる”の精神かな～えらいところに入社したもんだ。

これには後日談がある。次の機会に行ったら件の FM 実験セットが見当たらない。恐る恐る「あのセットはどうされましたか」と尋ねたら、「倉庫に入れといた。あれ××君がやってみただけ」しゃあしゃあとして「FM はやめた。なにか面白いことはないかね」

#### ◆ それから 40 年を経た現在 ～“耳がね”はいかが～

それほど不自由はしていないが、会議の会話のキーワードやテレビの劇の中のセリフなどが聞き取り難かったり、聴き直したりすることが重なったので、補聴器の厄介になることを決めた。数十年前父のために調達したものと比べると、聴き易さや装着感など格段と進歩していて、ほぼ満足すべき領域にあると思われた（ボタン電池のランニングコストが高いのを除けば）。ところが勿論万能ということはありません。使い込んでいながら食物を噛む音や、自分で発生した声のはねかえりの不自然さが強調される違和感。会話の周辺で発する雑音や騒音も補聴器で補正強調されて同じに増幅される音のうるささには閉口した。できるだけ必要最小限に用途を限定したい感じ。これは難聴の程度にもよると思うのだが、私の場合軽度の難聴であろうが、なるべく補聴器の厄介にならないように努力を重ねているなかでふと気づいたことは、軽度であろうがなかろうが、キーワードが聞き取り難い状態を放置していると、脳はいい加減な情報しか来ないため、情報の判別とその返信という脳の本来の役目を怠って、知らず知らずの中に脳の機能が低下しているかもしれないと思い始めた。しかも難聴の進み具合とは別に、脳の機能の低下がそれよりはるかに早い速さで進んでいるようだ。脳の機能低下のほうが恐ろしいという実感である。

難聴のために補正した中高域の増強(図5)と同じ度合いで周囲雑音/騒音や体内音も増強されるのを少しでも防ぐ手立てはないものか。体内音の増強については防ぎようがなく補聴器の運用で工夫するほかに施しようがないが、せめて周囲雑音/騒音だけでも増強の緩和はできないかを考える。答えは単純。その発生音が耳孔に到達する経路に細工してそれを減衰するしかない。その目的のために考えたのが自称“耳がね”である。(写真2)ヘッドホンの頭かけ金具を借用して耳あてをつける。背面からの音はこの耳あてで減衰させ、正面からの音は耳あての形状で中音域の増強に役立て、補聴器の役割を減らす。

試作した“耳がね”は有り合わせの球形プラスチックボールを二分して左右につけた。試聴してみると何となくうまくゆきそう。目的音によってはこれで間に合う。場合によっては補聴器と

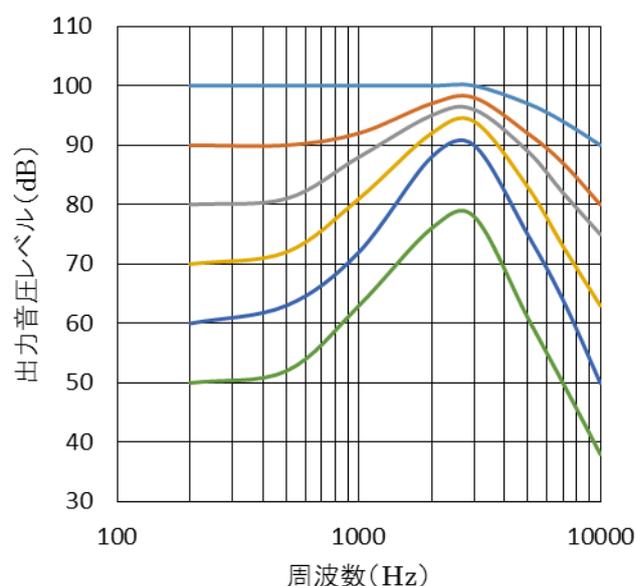


図5. 補正曲線の1例

併用する運用方法もあるかも。しかしこの試作品をすぐやる精神で作ったせいか痛くて3分とかけられない。違和感もある。個人差もあるだろう。しかし耳あての大きさや使用材料の工夫を重ねればもっと効果的になる。格好よく眼鏡を模範にすれば商品化できるかも知れない。あまりにも生煮えの報告。すぐやるの精神だけを買っていただければ！！



写真 2. “耳がね”

### III. 背中を追って

井深さんは1997年12月19日逝去された。享年89歳でした。何時かはその時がやってくるとは思っていたが、それが現実になってみると、心にポッカリ穴があいて私たちの作品を喜んで貰い、貶してくれる持ち込み場所を失った感じだった。

それから20年近くの月日が経った。今でも何や彼やオーディオから離れられないでいる。その昔同じ釜の飯を食った仲間の数人が同じ思いをもってオーディオ雑談をしている中に、結束してもう一働きしたい憶いを共有することになり、NH ラボ(株)を設立することにした。何とか井深イズムを継承してオーディオでやり残したことを少しでも前進させたい憶いである。私の人生の転機に逢うとき、何故か奇しくもきまって井深さんの大好物の野田岩の鰻をご馳走になったことを思い出す。それにあやかっ、毎月仲間と一緒に出前の寿司を食べながらオーディオ談義に花を咲かせている。

#### 文献

- (1) 江原史郎、柴田光之：「オーケストラ演奏音のスペクトル分布」NHK 技術研究、第22巻第6号 pp465-467 昭和45年
- (2) 中島平太郎：「スピーカーを覗く」オーム社 OHM vol.101, 2014.Sep.1 pp32-39
- (3) Olson, H.F. Audio Eng. vol.35 No.11, P34, 1951

#### 執筆者のプロフィール

中島 平太郎（なかじま へいたろう）

1921年福岡県生まれ。1944年東京工業大学卒業後九州大学大学院終了。1944年～1971年NHK、1971年～1983年ソニー（株）に勤務。以後アイワ（株）、スタートラボ（株）を経て2015年NH ラボ（株）代表取締役、現在に至る。工学博士。1993年CD開発の功績により紫綬褒章を受章。1965年より日本オーディオ協会の理事に就任し、1992年から2001年までの10年間、日本オーディオ協会会長を務める。