

Japan
Audio
Society

JAS

journal

平成28年11月1日発行
通巻443号
発行 日本オーディオ協会

2016

Vol.56 No.6

11

- 「女性のための音のサロン」を開催
小川 理子
- 音との付き合い70年～（その2）NHK時代
中島 平太郎
- 8Kスーパーハイビジョン—試験放送の概要—
神田 菊文
杉本 岳大
小野 一穂
- リオデジャネイロオリンピック2016における
8Kパブリックビューイングについて
大久保 洋幸
- グランドピアノができるまで ヤマハピアノのふるさと掛川訪問記
照井 和彦 JAS 事務局長
- 【JAS インフォメーション】
「音の日」行事のご案内



一般社団法人
日本オーディオ協会



C O N T E N T S

「女性のための音のサロン」を開催	小川 理子	P3
音との付き合い70年～(その2) NHK時代	中島 平太郎	P6
8K スーパーハイビジョン—試験放送の概要—	神田 菊文 杉本 岳大 小野 一穂	P24
リオデジャネイロオリンピック2016 における 8Kパブリックビューイングについて	大久保 洋幸	P31
グランドピアノができるまで ヤマハピアノのふるさと掛川訪問記	照井 和彦 JAS 事務局長	P37
【JAS インフォメーション】 「音の日」行事のご案内		P43

11 月号をお届けするにあたって

東京での11月の雪には驚かされましたが、本格的な寒さがやってきたようです。インフルエンザの流行も始まっているとのこと、年末に向け何かと慌ただしくなる候、皆様どうぞご自愛ください。

11月29、30の両日に、「音のサロン & カンファレンス」が富士ソフト アキバプラザで開催されました。音展の来年度からのリニューアルを控え、JASの秋の催しとして実施いたしました。多くの方々にご参加いただきました。今月号では、まずこの中の一つ「女性のための音のサロン」を主導していただいた、当協会副理事長でもあるパナソニックの小川理子氏に、催しの様子を報告していただきました。ご自身によるピアノ演奏を中心に大変な盛会となりました。

中島氏による「音との付き合い70年」は連載第2回です。ますます興味深いお話が展開されていきます。

最近話題の8Kスーパーハイビジョンの試験放送について、NHK放送技術研究所の神田、杉本、小野各氏に寄稿いただきました。同じくスーパーハイビジョンに関係する、リオ・オリンピックのパブリックビューイング等について、NHKエンジニアリングシステムの久保氏に寄稿いただきました。スーパーハイビジョンが徐々に身近になってきていることを感じます。

JEITAのネットワークオーディオ関連委員会が企画した、ヤマハのグランドピアノ製造工場の見学記を、同行した協会事務局長の照井氏より報告させていただきました。

ホームページにも掲載しておりますが、12月6日の「音の日」行事のご案内をさせていただきました。

☆☆☆ 編集委員 ☆☆☆

(委員長) 君塚 雅憲 (東京藝術大学)

(委員) 穴澤 健明・稲生 眞 ((株) 永田音響設計)・遠藤 真 (NTT エレクトロニクス (株))

大久保 洋幸 ((一財) NHK エンジニアリングシステム)・高松 重治・春井 正徳 (パナソニック (株))・森 芳久
 八重口 能孝 (パイオニア・オンキヨー (株))・山内 慎一 ((株) ディーアンドエムホールディングス)・山崎 芳男 (早稲田大学)

「女性のための音のサロン」を開催

パナソニック株式会社 アプライアンス社

ホームエンターテインメント事業部長 小川 理子

10月下旬、2日間にわたって、日本オーディオ協会としての初の女性向けイベント「女性のための音のサロン」を開催した。2日間とも座席は満席となり、一部男性の方もいらっしやったが、ほぼ当初の目的を達成できたかと思う。

私は常々、音楽を楽しむ人口の半数は女性であるし、楽器演奏にいたっては中高のブラスバンドなどを見ても大多数が女性だというのに、女性にオーディオの門戸が開かれていないのはもったいないと感じており、それを協会長に問題提起し共感していただいたことがイベント開催のきっかけとなった。



詩の朗読と、ジャズ即興でコラボレーション。音の楽しみ方をプレゼンテーション

内容は3部構成とし、私が女性とどのようにオーディオと関わってきたかを、テクニクス復活とも絡めてキャリアをお話するパート、詩の朗読に私のピアノ即興演奏でコラボするパート、私のミニミニジャズライブのパートである。これまでのオーディオファンを対象としたセミナー形式や試聴会形式に加えて、別スペースを設けて、オーディオに親しみを感じていただくための工夫もした。ライティングはカフェバーのようにして、丸テーブルでスイ

ーツとコーヒーを食べて飲んでいただきながら、やわらかい話と音楽で寛いでいただく。また、プロアナウンサーの三田 佐代子さんと、慶應義塾大学四回生でアナウンサーの卵である石橋 理沙さんをゲストとして招聘し、様々な詩を朗読していただいた。とりあげたのは、中原 中也、まど みちお、金子 みすず、谷川 俊太郎、室生 犀星、という日頃はあまり経験できない言葉で、最後に今ノーベル文学賞で話題のボブディラン「風に吹かれて」の日本語訳も読んでいただいた。



キャリアの話の中でテクニクス復活を紹介。音の再生デモも実施した

私自身、これまで異なるジャンルの方とジャズ即興とのコラボレーションで、何度か面白いことをさせていただいたが、書道家の武田 双雲さんとのコラボも面白い思い出である。大きき2メートル四方のキャンバスに、たった一文字「賑」と書かれるのだが、完成までに約3分、その3分間に、武田 双雲さんの動きにあわせてフリージャズで即興するという趣向。今回、詩の朗読とジャズ即興コラボも初体験ではあったが、言葉の間合い、響き渡る声、情景を思い起こさせる詩の内容など、一緒にコラボしていて耳から入る音に全神経を集中させて、瞬間瞬間に音を紡ぐというスリリングな経験をさせていただいた。二日間でそれぞれ、違うお二方の声で朗読をしていただいたが、音声によって私の感じ方も違うのか、違う印象の音楽が生まれた。オペラや映画も、音声と音楽の組み合わせではあるが、詩という独特の世界観にも面白い試みであった。聞いていただいていた方には感想をお聞きする機会はなかったが、どのような印象だったかも興味深い。



女性を中心に2日間とも満席でにぎわった

音楽はあらゆるシーンを演出する、なくてはならない芸術文化だと思う。その音楽を、スマホだけではなくオーディオ機器で再現する文化が存在するということが、多様な奥深い音楽の楽しみ方もあるということをもっと多くの方々に知っていただきたいと思う。

私は今後も、日本オーディオ協会の副会長職として、新たなお客様にオーディオ業界に魅力を感じていただけるように、会長、副会長や理事の方々とともに、もっとダイナミックに挑戦していきたい。また来年は、5月の音展を有楽町の国際フォーラムで開催することが決まっている。ここでも何か新しい試みで、多くの方々にご来場いただけるようにしたい。



小川 理子（おがわ みちこ）：3歳でクラシックピアノを始める。幼い頃から父親の影響でジャズに親しみ、大学時代にスタンダードジャズのピアノ、ボーカルを始める。1993年からハーレムストライドピアノスタイルを中心としたクラシックジャズのソロ、トリオ活動を開始。現在、東京、大阪などでライブ活動を精力的に行っている他、パナソニック株式会社役員 テクニクスブランド事業担当、アプライアンス社 常務 ホームエンターテインメント事業担当（兼）ホームエンターテインメント事業部長（兼）テクニクス事業推進室長、日本オーディオ協会副会長としても活動中。これまでに、ソロ、トリオ、カルテット、ニューオリンズバンドにて、9枚のCDをリリースしている。慶応義塾大学工学部卒。

音との付き合い 70年～(その2)NHK時代

NH ラボ株式会社

中島 平太郎

1. 音作りに触れる

(a) 熊本に到着く

1947年10月1日熊本中央放送局技術部勤務、9時に出頭すべしとの辞令が届いた。私はてっきり砧の技術研究所に行けると思っていたのに当てがはずれた。出局の当日、百束極局長室^{ももつかきわみ}に出向きこれでは話が違ふと苦情を申し立てた。局長は、「誰が何を約束したか知らんが、NHKでは新入社員は2～3年は音作りの現場に配属するのがしきたり。研究者と雖も例外ではない、暫くはここで働け。」不満顔の私に、「お前、今更ら大学への逆戻りは出来ないだろう、熊本はよかところぢや、酒はうまいし、魚もうまか。そういやお前『さのさ節』をやるそうじゃないか。今晚一席設けるから披露し給え。『シバカン』(ラジオ科学社社長柴田寛氏の愛称)がお前の芸を誉めていたぜ。」とんだところに話が飛び火した。何や彼や、結局局長のペースにのせられ、熊本での生活が始まった。

局長の言葉から察すると、2年位は熊本勤務が続くことになるようだ。入局して3日後に生まれた次男健を含め、親子4人が任地に居を構えるには住宅難と食糧難の現状からみて無理。当分妻子を久留米の生家に預け単身赴任するしかないと考えた。月曜から金曜までは熊本での下宿生活。土、日は生家に帰る。その間は2時間の国鉄を利用するパターンをとることにした。

このパターンを2～3ヶ月繰り返す中で改めてわが人生航路を振り返ってみた。熊本で始めた「音作り」の現場の仕事はとにもかくにもオーディオの原点であろう。それは技研では経験できない分野かも知れない。向き不向きは別としてまたとないチャンスだ。丁稚奉公のつもりで一丁身を入れてやってみるか。大学で学んだ音の知識や「さのさ節」がその中で役立つなら活かしてみよう。身構えないで力を抜いて音作りの現場に融け込む決心がついた。

(b) 音作りの現場

音作りのたまり場に十数人が^{たむろ}屯していた。早出、夜勤、休暇の人を合わせて40名の世帯中央にベテランミキサーの席があり、その背中にマイクの取扱い心得の紙が貼ってある。收音の守護神A型ベロシティマイク(図1)の使いこなしが一人前のミキサーになる登龍門である。

^{けんけんふくよう}拳拳服膺すべし 一何とも時代がかったリーダーの言葉。

マイクの取扱い4項目 - (括弧内は筆者のコメント)

- ・ 振り廻すな - リボンが伸びる - (マイクの收音箱に取手がない、両手で持運ぶこと)
- ・ 近寄るな - マイクが吹かれる - (息をかけるな。近くを通るな)
- ・ 床と縁を切れ - 音が濁る - (床や機の振動対策、吊すか、咄嗟の場合は手に持って)
- ・ 電力線から離せ - ブーンという唸り声 - (照明用電流による誘導雑音)

なるほど流石はプロミキサーの苦心の作か。

次は收音現場 - 両指向性 8 の字を常に頭の中にイメージして事に当れ -

- ・ 付かず離れず - 音源との相性 -

更にアナウンサーのセリフや楽器とマイクとの距離 - 近づき過ぎるとマイクの近接効果、離し過ぎると残響音や室のわるさの処理が難しくなる -

- ・ 板は壁、綿は隅 - 部屋との相性 -

とくにアナウンス室などの小さい室が問題とのこと。
- 相対する壁面のフラッターなどは反射板で処理、室の響き過ぎや定在波の処理は室の隅に吸音材を置いて対処せよ -

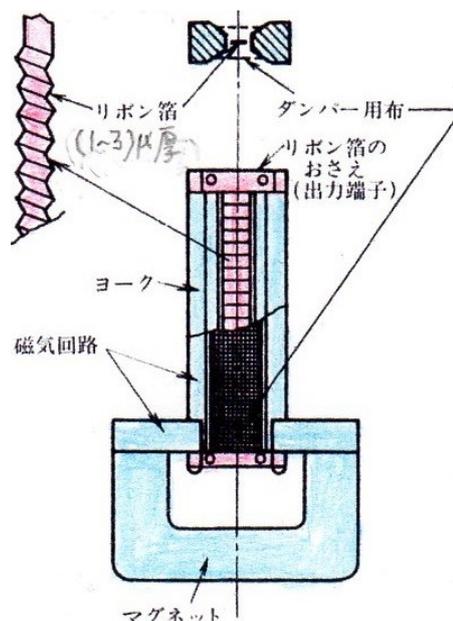


図 1. 両指向性リボンマイクの構造

いずれも現場での音響処理対策、それもマイクが両指向性でなく単一指向性であれば申し分ないのだが、プロミキサーの地についての仕事振りに学ぶところが多かった。

(c) 放送中継線経由の音

当時のラジオ放送番組の 8 割以上は東京で作られ、放送中継線を通して熊本に送られ、2 割弱の現場局で作った番組と合わせて、JOGK として放送される仕組みになっていた。ところがそれらの音を聴いてみると、前者の放送中継線を通ってきた音は、低音がこもり勝ちで雑音も大きく、お世辞にもよい音とはいえない音質であった。この 8 割の放送音を改善すれば GK 発のラジオ音の質のレベルが向上する。何とかならないか。ところがこの中継線の建設から保守に到るすべてが ^{ていしん} 逓信省の管轄で、私達はそれを借り受けて使うだけ。中味を触ることなどできる状況にはなかった。しかしそれでは困る。高い使用料を払っているのだから特性改善を頼み込んでよかろう。

そうは思ったが相手は手強いお役所。とりあえずは同じ熊本の出先で下っ端同志でジャストサウンドしてみようか、何とか ^{てつる} 手蔓はないかと名簿を繰っていたら、数年前に九州大学在学中に研究室で知り合った 3 年先輩の方がおられることが分かった。旧交を温めるよい機会でもあると考えて訪問した。数年間の空白の無沙汰を詫び当時のよもやま話をしている間はよかったが、いざ本題の中継線のお話に入ろうとしたら、その入り口で昔の友人の顔からお役人の顔に変わった。

とても下打合せする雰囲気ではなくなり、^{ほうほう} 這這の体で、打合せの資料を置いて退散帰局した。翌日局長室に呼ばれた。「お前、あの役所にひとりで行ったのか。そして放送線が悪いから直せと。向うの局長はとんでもない新入りが来たと言っていたぜ。」

熊本在住 1 年半、放送中継線の特性改善は心ならずも不発に終わった。

2. 技研での初仕事 - プロマイクの開発

1949 年 4 月、待望の技術研究所に転勤、音響研究部音響機器研究室に配属、最初の研究テーマは現在主流のリボンマイクに続く次世代機の開発を担当することになった。

(a) 開発の概要 (1)

1) テーマの設定

熊本での音作りで、マイクセッティングの自由度を増すには「単一指向性」が必須。加えてよりクリアな音を求めて静電変換方式を採用することとした。静電形では特性の制御に動電形の電気抵抗による制御でなく、薄い空気層の流体抵抗にすることで、抵抗ひずみの大幅な改善が図れる狙いがあった。単一指向性と抵抗制御の変更に開発の目標を絞ったため、超小形とか超高帯域は追わないこととし、そのために振動板の大きさは通常のマイクの形を想定してユニットの直径を 37 mm と設定した。

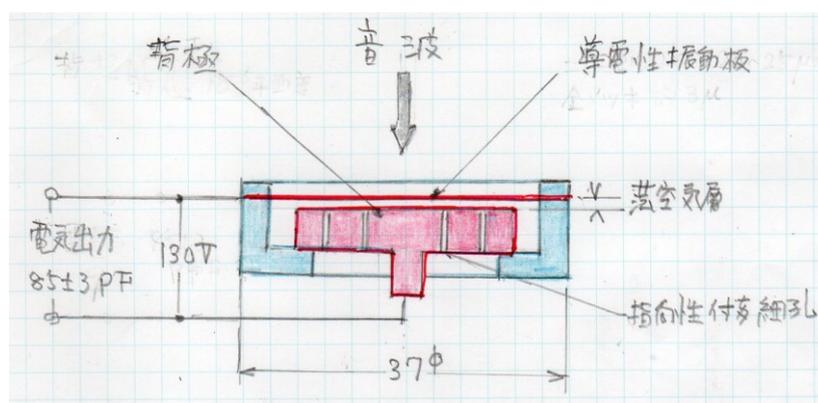


図 2. 単一指向性コンデンサマイクの基本特性 (開発のキーナンバーは 37φ)

2) 開発の手順

第一ステップでテンション薄膜に金メッキをかけた振動板と、相対する背極とでコンデンサーを形成して無指向性のユニットを作り、第二ステップで背極に小孔をあけて指向性を付与するプロセスを採った。

振動板はプラスチック薄膜。膜厚 20~25 μm、金メッキ 3 μm 以下の仕様で音響材料研究室に、また背極は平面度 10⁻⁵m を到達目標に設定して所内工作部にそれぞれ開発を依頼した。その開発を待って作り上げた第一ステップのユニットは静電容量 85 ± 3 pF、薄空気層のギャップ 20 μm でほぼ予定通りの仕上がりであった。ところが第二ステップで背極に小孔をあける段階で躓いた。

背極に小孔をあけた瞬間に薄流体層の空気の流れが変わった。それだけでなくその反作用で振動板の振動にもその影響が及び、薄流体層の解析をやり直さなければならなくなった。孔の径や長さ、その背極の位置などの解析や定量化は現状では不可能に近く、実験的手法による適値の抽出は変数の多さから労力と時間の限度を超えていた。結局は数例の実験結果から類推し、あとは技術的な勘を頼りに決めざるを得なかった。

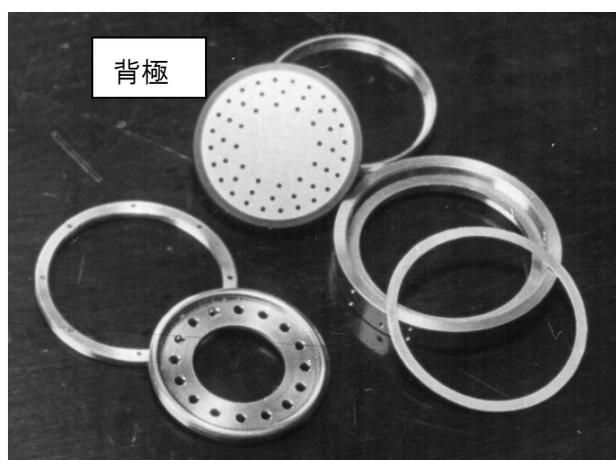


写真 1. コンデンサマイクの背極とそのほかのパーツ

(b) 試作品の評価**1) 自己評価**

有り合わせの楽器や音声を收音して聴いた音は、想定通りの透明な音質が得られ胸を撫で下した。設定した「単一指向性」と「流体抵抗制御」がそれに寄与したと確信した。余談だが、自分の声をこのマイクで初めて聴いて、その声質の悪さに愕然とした。

操作性はリボン形より格段によくなったが、残念ながら直流高圧を加える必要性和高い出力インピーダンスのため、付属電源をマイクのすぐ近くに設置しなければならない点は今後の大きな課題と自省した。

1時間に1~2回“ジュー”という雑音が発生する。これは振動板と背極間の絶縁物の表面の漏洩、初段真空間の端子間の絶縁体の漏洩によるものと思われる。材料の選定や表面処理対策は商品化過程に持ち越すこととなった。

2) 音作り現場の評価

音の質の評価はよかったが、- マイクの音質評価はマイク単体でなくスタジオやホールの音響特性、その中でのマイクのセッティング、それを聴く放送モニターなどの総合特性の中でのマイク単体の評価であるため、個人により評価のばらつきが避けられない宿命をもっていた。

- ・ 現用のリボンマイクと質の異なる試作品とのミクシングは不自然
- ・ 試作品は素人のデザインで恰好よくない、観客の前では使えないなどなど。

3) 上司の判断

「よくここまでまとめてくれた。技研の開発としてはここまででよい。あとは河岸を変えて商品化は外部メーカーに任せよう。その相手は東通工（現ソニー）にあたってみる。君は報告書の作成と論文を書くこと。併行して次は放送モニターの開発に取り組むこと。」

(a) 商品化

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（当時）を訪ねて、音響研究部長の島茂雄氏に同行して、試作したマイクの商品化を依頼した。井深さんとの最初の出合で、1951年桜満開の時期であった。商品化担当の中津留要技師を紹介された。初対面の挨拶もそこそこ、井深さんと中津留さんは2人で試作品を分解して工作精度の議論をされていた。折角作り上げた試作品がバラバラになる過程をハラハラしながら眺めていた。

次の開発に注力して忘れかけていたマイクの商品第一号が「C37」の型名でニューヨークのブロードウェイ5番街のミュージカル劇場でデビューしたのはそれから10年後の1961年であった。それに引きずられてわが国でも国立劇場やNHK



写真 2. C-37 本体と付属電源

紅白歌合戦のセンターマイクとして使われ始めた。しかしこの段階では試作当時の懸案事項の付属電源は依然として必要であった。漏洩雑音対策としてマイク専用の真空管にテレフンケン AC-701 が開発され、漏洩雑音の心配はなくなっていた。

(b) サンパチの音

念願の電池内蔵、高抵抗 FET を用いて普通のマイクと同等の手軽さで使えるようになったのはそれから 3 年後 1966 年で型名 C-38 として商品化された。その製造は障害者の社会参加を支援する社会福祉法人「ソニー太陽の家」が担当してくれた。

2004 年 3 月 8 日、ロングセラーになった C-38 の発売 38 年の記念パーティが催された。私は C-38 の源流の開発者としてパーティに招かれた。開発から商品化まで 13 年かかった C-38 を、その 3 倍の永きに亘^{わた}って売り続けて戴いた努力に感謝の意を表した。

その製造ラインを拝見して、開発当時から気にかかっていたマイクの背極が当時の設計図面通りの孔構造のままであるのに気づいた。当時ヤマカンで設計した孔構造、勘で割り切って見切り発車した実用化のいきさつから、いずれいつかは改善されることは覚悟していたし、改善してほしかった。

「今ラインで拝見したユニットは何で昔のままか」と疑問を持ったことを素直に問いかけた。開発責任者の言葉 - 「言われるまでもなく何度となく改善を試みた。残念なことにある部分を変えると他の部分が微妙に変わり、全体のバランスが崩れる。変えないように作るのも骨が折れるが、変えるのはもっと難しかった。これが実感です」 - 私は返事に窮した。結局今の「サンパチ」の音が変わえようがなく、つまり「サンパチ」のまま定着してしまうということであろうか。

3. モニタースピーカーの開発

(a) 一筆書きの特性

マイクの開発の折に制作した音響機器の自動測定装置は大変なすぐれもの。30 Hz から 20 kHz までの周波数帯域を僅か 1 分足らずで掃引して出力音圧、振動板の振幅、高調波ひずみ、電気インピーダンスなどの特性を測定できる装置で、マイクやスピーカーなどの開発研究に必須のものであった。この自動装置はその当時わが研究室にあるだけの希少価値の装置であった。



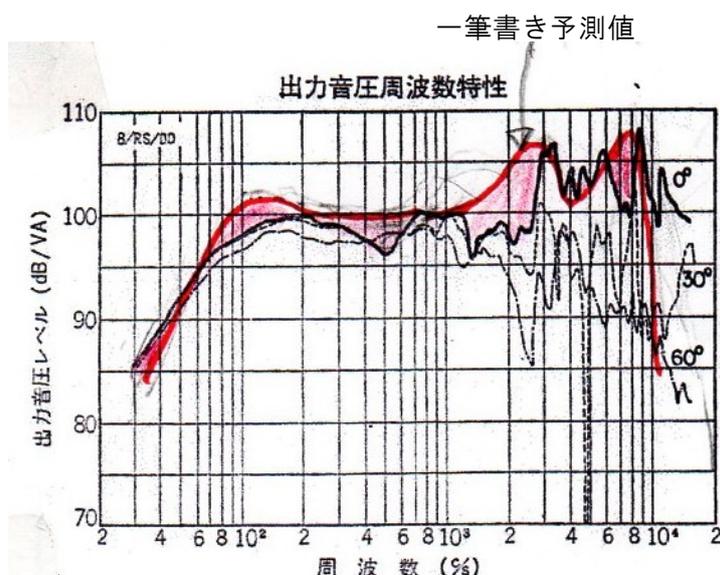
写真 3. 無響室の前室

スピーカーメーカーやユーザーから、ある時は雑誌社から、試作品から内外有名スピーカーまで、測定依頼が相次いだ。私達は勞せずいろいろなスピーカーの性能や機能の全貌を把握する機会に恵まれた。しかし半年を過ぎる頃から、贅沢な話ではあるが測定そのものは定形的な労力であるために研究者をその後も長く拘束できないであろう、その得失の合間で悩んだ。

<1つの試み> - 本日の定例ティータイムに“一筆書きレース”を行います。奮って参加されたし。

- ・ レースの内容：測定を依頼されたスピーカーを測る前に、みんなで「視て」「撫でて」「叩いて」その特性を予測する。ひとりひとりが一筆書きで予測曲線を描く。(図3)それぞれ予測曲線と今実測した曲線とを重ね合わせ、その差を求める。
- ・ レースの結果：その差の1番少ない人が本日のチャンピオンで「5時過ぎの酒付会合」でゲスト待遇する。もっとも差の大きい人は会の準備万端すべて取り仕切ること。

その結果は予想以上に好評。悔しがる人、喜ぶ人、予実の差の原因や追究に時を忘れて議論に花が咲いた。以後スピーカーの定形的な測定が円滑にやれるようになっただけでなく、スピーカーの動作解析や特性の改善にまで話が進んだ。



定評のある放送モニターRCAのLC1Aを、今後進めようとしている放送モニターの先輩格として購入した。これまた一筆書きレースの対象としたが、それにとどまらず、高価な買物であったが、復元不可能になるぐらいに徹底して分解してしまった。このLC1Aから学ぶ点は率直に学び、その上にプラスしてそれを凌ぐモニターを開発する決心がついた。

(b) 放送モニターの開発

RCA製LC1Aを凌ぐ音質をもつシステムを到達目標に設定⁽²⁾
スピーカーに要求される特性

- ・ スピーカー正面軸上3m離れた聴取点で110dB
- ・ 一様再生帯域は50Hz～20kHzで10dBの範囲

を設定すると、それを実現するスピーカーは：

- ・ 口径 30 cm の低音用と口径 5 cm の高音用の複合 2 ウェイスピーカーシステム
- ・ 低音用スピーカーのピストン振動域と指向性の劣化を考慮してクロスオーバーは 1.5 kHz
- ・ 出力増幅器の最大許容入力 30 W

を開発企画の原点に設定した。口径 30 cm でのスピーカーの成否は図案のとおり：

- ・ f_0 - m_0 は平面上で赤印の点に設定した。
(図 4)
- ・ $f_0=67$ Hz は位相反転バブルの使用によって再生帯域は 50 Hz を確保
- ・ SPL 98 dB はアンプ最大入力 30 W で実現可能

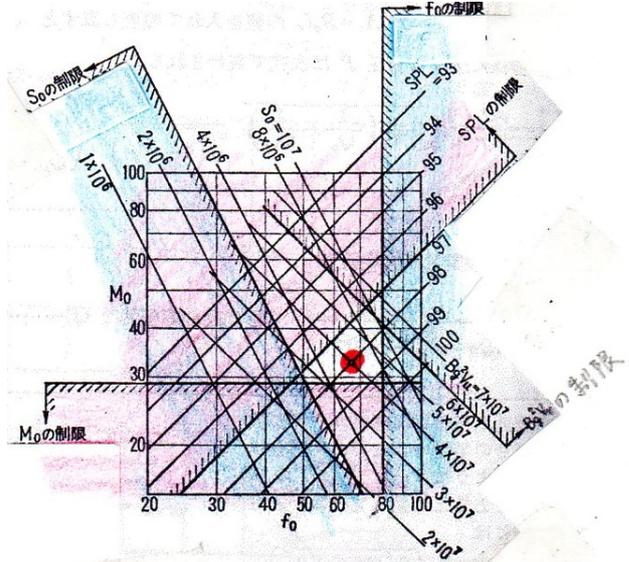


図 4. 口径 30cm の決断 - f_0 - m_0 平面 (1955 年の話です)

開発のポイントはクロスオーバー近傍をいかに平坦に低音用から高音用に切り替えるか。

1. 低音用と高音用と出力音圧レベルの一致のため、高音用スピーカーにマグネットは MK-5、ボイスコイルにアルミ線を使用。
2. 高音用の低域入力制限回路はコンデンサー 1 個だけ (位相特性から)
3. 低音用スピーカーのクロスオーバー以上の漸減低下特性

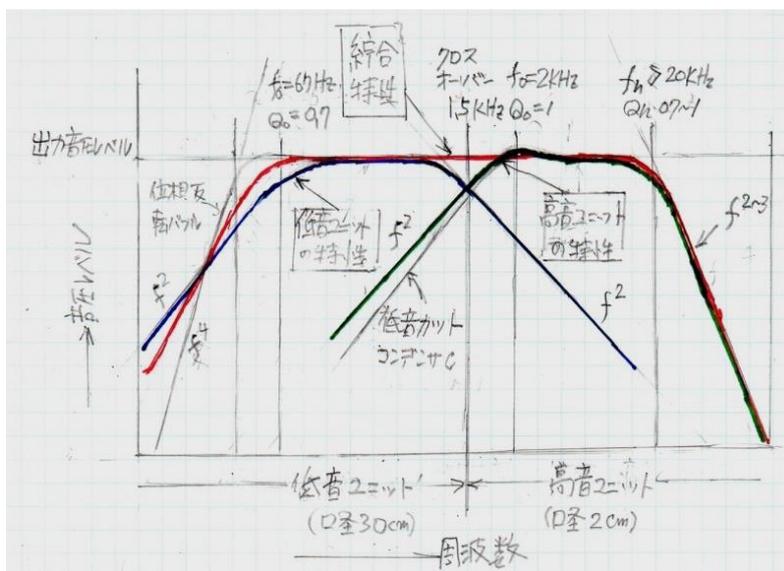


図 5. 開発スピーカーシステムの構成

低音スピーカーの特性の実現 - これが本開発の成否に係わるポイント

- ・ コーンの形状：ストレートコーン、コルゲーション使用
- ・ コーンのパネル材料：特性の山谷のコントロール

この項目は解析にのらず定量化が難しい。勢い今までのキャリアにもとづく技術的勘で凌ぐ必要があるが、その補完として前項の一筆書きの知見が大きく役に立った。1回の試作でほぼ満足すべき特性がえられた。高音域スピーカーとのすり合わせに微調整ですんだことは好運といえるだろう。

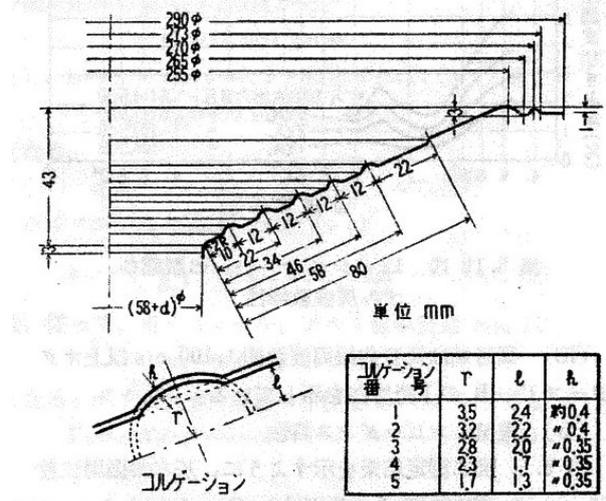


図 6. 12 インチウーファー用コーン断面図

(c) 商品化

基本開発を始める時から商品化のパートナーとして三菱電機に依頼した。数年前に口径 6.5 インチの単一コーンで商品化を依頼した経緯からの判断であった。当研究部の牧田康雄氏と阪大同期の藤木 ^{はじめ} 技術部長と佐伯多門技師が三菱の窓口であった。なおコーン紙の試作は東洋コーン紙に依頼した。

1 台試作は順調に推移したが、量産化の段階でツイーターのボイスコイルに使うアルミニウムのハンダ付けで信頼性の点から銅線に変更の提案が出た。システムの変更につながるこの提案、ドイツから新開発のアルミハンダ付け器まで輸入しての議論を重ねたが、変更止むなしの結論を受け入れ、1年商品化が遅れてしまった。

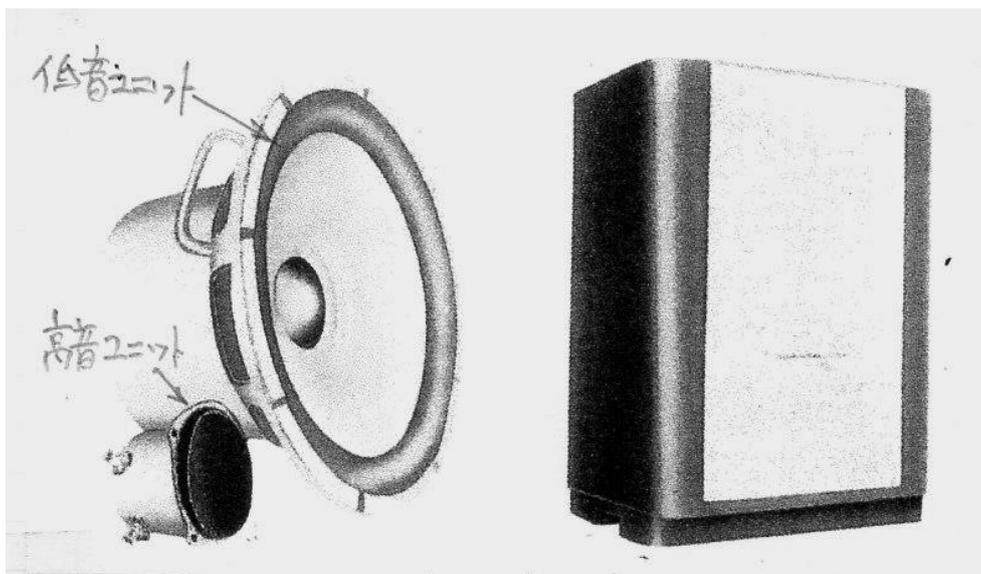


写真 4. 開発したモニタースピーカー

(d) 商品の評価

一筆書きで修練したいろんな内外スピーカーの音質と比べ、今回開発商品化した型名 2S-305 のモニタースピーカーの音質は身轟^{びいき}もあつたろうが予想を超える音質レベルのもの。単に放送モニターとしてだけでなく、音楽愛好家の耳にも通用するかも知れない。ならばマイクの音質評価を優先した番組制作者だけに依頼するより、多くの音楽愛好家の評価を併行して実施することにした。

研究所の一般公開日を選んだ。内外で著名なスピーカー3種と開発品の4台をブラインドし、公開参加者に音質投票をお願いした。結果は全投票の過半数を新開発品が獲得した。

(e) 後日談

新商品 2S-305 は NHK の標準放送モニターとして認定された。ノウハウに属する部分もあり、永く同一品質を保たせる必要上、放送技術規格 BTS 6131 (1962) として、またスピーカーの試験方法 BTS 6831 (1962) を制定し運用した。NHK のみならず民放でも、またレコード制作でも使われ、つい最近まで放送モニターの役目を果たすことになった。

商品化を終えた段階で、私はモニタースピーカーの次を考える上でスピーカー振動板の内製化を主張した。マイクもスピーカーも、キーになるのは振動板。この心臓部にメスを入れてこそ次のもっとすばらしい開発につながると信じたからである。提言は NHK 技研の性格としてそこまで踏み込むことは馴染まないとして却下された。

4. 東京オリンピック前後 (1964 年頃)**(a) 響きの師**

私の響きの師は牧田康雄氏。私より 8 才年上、大阪大学理学部卒後、同学音響研究室に勤務されていた。1951 年 NHK の音響研究拡充の誘いで NHK 技研に転勤され、建築音響研究のリーダーとして活躍された。研究成果を NHK ホール、武蔵野音大、産経ホールなどのスタジオやホールの音響設計に適用されて成果をあげられた。

私と牧田さんとの研究の出合いは東京文化会館の大小ホールの音響設計の中で、電気音響設備設計を牧田さんから依頼されたのが始まりであった。

その設備の中でハウリングの改善のためのスピーカー配置が、ステージ脇の拡散壁面上が最適との結論になった。ところがその拡散壁は響の拡散を効果的にするため雲龍形の壁、機能的目的と同時にホールの見せ場でもあった。その芸術作品の中に異物に見えるスピーカーを設置することは、壁面の意匠設計をされた意匠家向井潤吉氏の許可、了承が必須。そのために牧田さんと同道して向井宅に出向いた。私の技術説明を承けて向井氏にスピーカー取付を説得された牧田さんの見事な交渉力に刮目した。「ひとの幅と深さ」の牧田さんに改めて尊敬の念をもった。

牧田さんは向井さんの説得に使った、ハウリングの改善に新しく導入した「安全拡声利得」の概念を高く評価して下さった。図に乗ってハウリングを使った室内音響機器の特性測定法ともども、その後のホール、スタジオの音響設計の定番として組み入れて戴いた。この出会いが、牧田さんとの終生お付き合いするきっかけとなった。

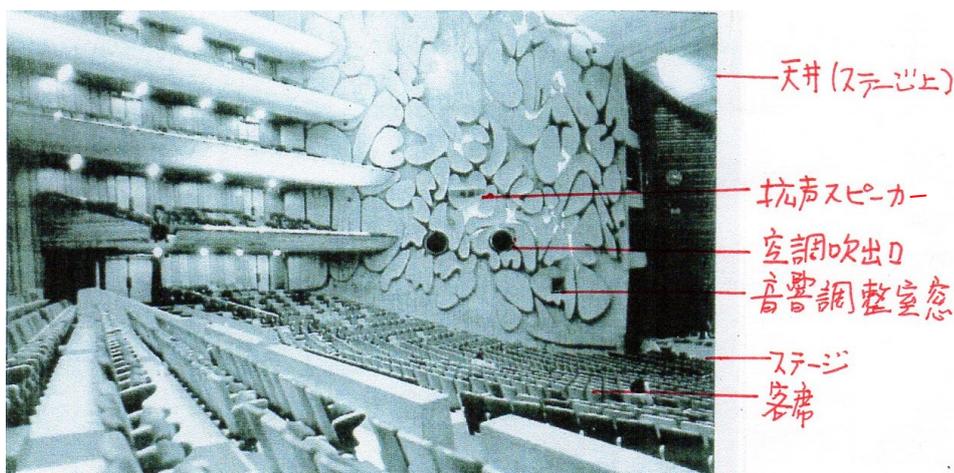


写真 5. 東京文化会館大ホールの拡散壁 (ステージ両側)

牧田さんは学問的にすぐれた方であるとともに、テニス、尺八、釣と多趣味の持主。対する私は実用型でがさつな研究手法。囲碁と山歩きしか能のない性格や趣味の違いにも拘らず、どこに氏との波長が合ったのか分からないが、その後牧田音響研究部長にその補佐役の副部長をつとめたのを皮切りに、放送科学基礎研究所に転出された後釜の音響部長に加えて、九州芸術工科大学教授に移られた後の基礎研所長にと、NHK 在職中の大半を牧田さんが敷かれた研究レールの上を歩くことになった。

研究の勘とセンスを絶えず磨き、向上させることが研究を進める上でも、研究を管理するにも不可欠の要諦である。部長とか副部長などという無味乾燥の仕事をしているといつの間にかその大切さを忘れ、勘とセンスの劣えを招く危険がある。牧田さんと私はそれを恐れた。それに対し私たちは管理の傍ら 1 つの研究テーマを持つこと、それと実際に研究を行っている人たちとの常時の交流を図ることとした。前者については牧田さんのステレオの合成音場の解析、方向定位の研究を。私はスピーカーの音場ひずみと先行音と一次反射音との関連研究を行い、その両者の研究組み立てをエコータイムパターン上でクロスさせて研究の接点とすることとした。後者の研究者との接点は 3 時のティータイムを常設して部長室をディスカスの場とすること。そして 5 時過ぎにそれは酒とおつまみ付の自由討論の場として時間内とは異なる雰囲気集いのできる試みを定形化した。

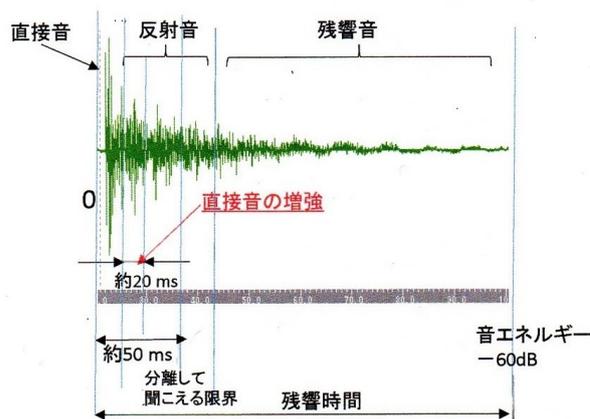


図 7. エコータイムパターン

(b) 天皇陛下のお声を拾え

1964 年 10 月 10 日、国立競技場での東京オリンピック開会式のイベントの音響システムの設定と運用を NHK 技研が引き受け、私とその責任者に指名された。⁽³⁾

入場行進から VIP の式次第を音響拡声の面から追跡して、次の 2 項目に集約した。大きな楽隊の

音が入場行進者にダブってとどかないでリズムよく行進できること。それとVIPのアナウンスの音が7万人の観衆に適正の音量で届くこと。あとはその応用動作でまかなえる。前者については口径50cmのホーンスピーカー4個を低音再生用に、8×16cmホーンを8個、高音再生用に組み合わせる構成の仮設システムをロイヤルボックス対面に集中配置して、行進入口に向けて対応することとした。

後者のVIPの声の拡声には国立競技場に設置されている設備を流用することとした。問題は競技場にスピーカーが分散して配置されているため、音がダブって聞こえること、ハウリングが発生すること、の対応が必要であった。有利な点はVIPの発声位置がロイヤルボックス内のマイクの位置に固定されること、それを頼りにスピーカーに加える信号をスピーカー毎に加減させること、スピーカーの配置を部分的に移動させることでほぼ対応できる目途がたった。

問題は2つ。その1つは戸外であるため、温度、湿度、風向きで音の伝搬が変わって、上記の対応がとれなくなる恐れ。その2つ目はVIPの発声とマイクの距離、発声音量の違いに対する対応。前者については開会式の天候に対応してスピーカーの入出力を加減する。後者に対しては発声から拡声再生までの系をシミュレーションして対応を考える。

数あるVIPの中でもっとも重視すべきは天皇陛下の開会の挨拶。陛下とマイクの距離。陛下のご発声の音量は拡声やハウリングの点からは不利。独特のくぐもるような声質はハウリング的には難題。私はNHKのアーカイブ室に出向いて陛下の声を分析し、声の通りの良いフィルターを用意したり、陛下とマイクの距離を想定してハウリングの発生防止策をとった。あとは天候次第。場合によってはスピーカーの逆相接続でもやってみるか。

開会式前日の東京は台風の影響で雨であったが、当10月10日の天候は同僚の北出清五郎アナウンサーの言葉をそのまま借りれば「世界中の青空を全部東京に持ってきてしまったような素晴らしい秋日和でございます」。気温も風も想定内で本当に安堵した。開会の陛下のお言葉は「第18回近代オリンピックを祝い、ここにオリンピック東京大会の開会を宣言します」という短いものであったが、無事に終了した時、体内の筋肉の緊張が解けていったのを覚えている。

(c) 取材用接話マイク

オリンピック競技の放送席では内外各放送局のアナウンサーがほぼ1m置きに並んで中継放送を行うので、どうしても隣のアナウンサーの音がマイクに入ってしまう。隣のマイクの音から逃れる方法はないか。

発声した音声を2本のパイプで受け、それを耳の近くに設置したマイクの振動板の両面に導き、その音圧差で出力を得る両指向性マイクを開発した。口もとの2本の音の導入孔では近接効果のためフラットな特性、それから1m前後離れた人の周囲雑音はキャンセルする接話マイクの原理を応用したものであった。



写真 6. 接話マイクロホン

苦勞して作りあげアナウンサーに見せたら不興を買った。「どうして帽子が必要か。」「みんな同じ不細工なものをつけさせるのか。」と誰も使おうとしない。「オリンピックは大運動会なんだから軽い気持ちで楽しく使いましょ」となだめたが、。ところが競技の中継が始まると使い勝手もいいし音も良好であった。放送席でも注目を浴び、わが国だけでなく海外からきている放送局にも貸し出すことになった。「マジックマイク」の愛称をいただいた。最近ではこの改良型が格好良く作られ、いろんな放送局で使われている。放送現場だけでなく飛行機のパイロットや工場の中など様々に応用されている。

報告書作成の段階で気づいたことだが、振動板の表と裏に導く最先端收音部は、口からの言語情報と鼻からのそれとが微妙に結合して一つの言語を構成している。この先端の位置を顔の中心部から上下左右に移動してゆけば言語の成り立ちの有力な情報が得られるかも知れない。いつか機会があれば取り上げてみたいと思ったが、つつい時期を失ってしまった。今からでも遅くないかも。

5. デジタル技術の導入

(a) もぐるしかない

「牧田さん、磁気テープの研究、もぐりますよ。よろしいですね。」

番組制作システムの中で、テープレコーダの特性が音質改善のネックになっている。低雑音テープの導入、磁気ヘッドの改良、テープ走行系の見直しなど考えつく何をやっても少しは良くなるが期待する音質の改善の実があがらない。突き詰めてゆくとワウフラッタとダイナミックレンジの狭さが劣化の元凶 - この根本的な改善には 5 時過ぎの酒付き研究会の中でも取沙汰されている「オーディオ信号をデジタル化する」しかないだろう。(4)

荒っぽい計算だが、20KHz を再生帯域の上限と設定すれば、アナログの 10 進法では 6 桁の数列、対するデジタルの 2 進法では 16 桁の数列が必要。それで音響信号の波形を追跡するには 2MHz 程度のビデオ帯域の記録機があれば実現できる。ならば映像研究部から寸借すればハードは OK。信号処理と AD/DA の回路を集中的に取り組めばよい—これはやってみる価値がある。

問題は、ひと、もの、かねの開発資源の捻出だが、新規計画に既存の予算を流用する余裕がない。上層部の許可も必要である。どういう音かは発案者の私達でも聞いたことがない音。承諾を得ようにも説明の資料は無いに等しい。今の研究所のシステムの中で白紙委任はあり得ない。やるとすれば音響研究部内で肅々^{しゆくしゆく}とやるしかない。ただし、もぐってでもやってみたい。

(b) もぐり研究企画書

「企画とりまとめは私がやる。」

- ・ ひと：提案元の林謙二をあてる。不足分は旧知の早稲田大学の伊藤研究室の修士課程の学生 3 名を調達、手伝ってもらう。
- ・ もの：記録機はビデオ研究部の研究ずみ中古品を払下げてもらうか、その昔自動記録を作ってもらった池上通信機に分割払いで頼んでみる。A/D,D/A コンバータは TI (テキサスインストルメント) 製を使う。(高くつくが開発の手間を省くため) 信号処理回路に注力する。
- ・ かね：録音研究室の予算の 1/3 をあてる。部内 5 研究室予算の 5~10% を拠出してもらう。不足分は来年度予算を前倒しする。

(c) 金鶏のデジタル音

研究を始めて1年後すさまじい雑音の中にかすかに音楽らしい音が聞こえてきた。思わず林君と握手を交わした。両者ともこれが解決の糸口と直感した。それからの半年は雑音の中に楽音が、あとの半年は楽音の中に雑音が存在する一雑音退治の毎日だった。開発から2年後、黒沼ユリ子さんのブラームス2番のソナタを録音することができた。再生音はモノフォニックであったが、ベールを剥いだ透明感のある音に震えるような感動を覚えた。

早速にも部内外にデモをしたいという研究者たちの提案が出た。もぐりの研究の悲哀は身に沁みて分かる。しかし、ここは踏ん張りどころ。私は彼らの要望を制止した。音の質に言い訳は禁物。現用のアナログと同じくステレオにしてからにしようと押し切った。ここまで来たのだからもう半年耐えてくれ。翌1969年5月23日の研究所公開の初日にデジタルステレオ音をデモすることに決めた。その半年間、目の回る忙しさの毎日であったが、やっとでっち上げた半製品を東京文化会館に持ち込みN響の収録を済ませたのは公開当日の早朝であった。寝不足の耳で、それでもリムスキーコルサコフの金鶏でソビエト生まれのテケレツテー、テーのときの声を聞いたとき正にPCMオーディオの夜明けを実感した。

公開した音を聞いた音楽愛好家やソフト製作者からは高い評価をいただいた。それとは裏腹に「大きくて重く、コストが高くて操作性が悪い。良いのは音だけ」が上司筋の評価であった。そのすべての欠点こそがPCM技術で克服できることを主張したが説得力不足で納得してもらうには至らなかった。もぐってやったことが災いしたのか、この研究は無駄使いの道楽研究のレッテルを貼られ、2年後には研究中止の破目になった。

写真 7. ステレオデジタルレコーダ試作機
 ・1969.5.22 初公開
 ・標準化周波数 40kHz、符号化 12
 ビット 5 折線、記録時間 60 分



(d) オーディオの将来構想

テープ媒体のデジタル研究の目途がついた。その記録部分についてはビデオ記録機の、その伝送部分についてはTV伝送システムの導入によってデジタルが可能となる。オーディオシステムのマイク出力からスピーカー入力までのすべてがデジタル化される夢が現実なものとなる。これが今回のもぐり研究の最大の収穫である。

その第一段階として、音声放送に関連して：

1. TV放送回線のタイムシェア提案。1960年代のTV放送は原則6時から24時で、0時から6時までは空き時間。深夜のこの時間帯にPCMデジタルオーディオ信号を放送する。そのデジタル音は直接聴けるしデジタル記録もできる。
2. デジタル化に直接関係はないが、現行音声のデジタル伝送を電電公社に依頼する。(現在は

独立同期信号であるからステレオ伝送ができない。)

音声信号の記録に関して、テープ、レコード、音声放送すべてがデジタル可能。家庭で聞ける3つのアナログソフトはすべてデジタルで置き換えられる。オーディオの質と操作性の向上が期待される。

以上のオーディオシステムの将来構想を夢見てデジタルオーディオの研究を進めることはNHK技研の大きな役割と考える。音響研究部の研究の一つの柱として推進することを提案する。

この構想まことに残念なことに当時のカラーTV 発展期のすさまじい流れの中で押し流された。投じた一石どこに行き着くであろうか。

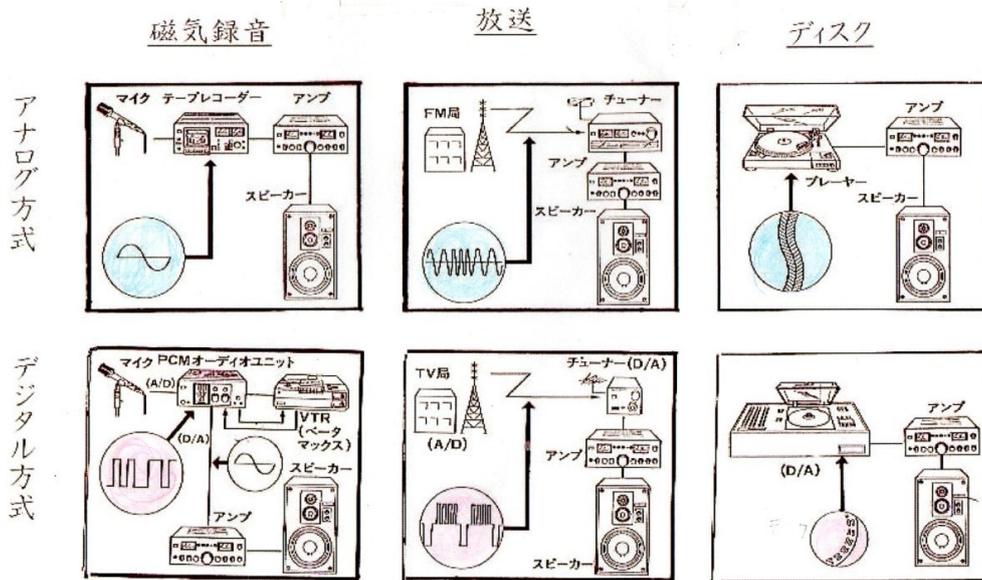


図 8. 提案した将来構想～「デジタル時代がやってくる」

6. 基礎研時代

(a) 晴天の霹靂 (1968. 3. 22)

技師長室から電話。「ちょっと来てくれ」 - またデジタルは止めるとの小言かと身構えて顔を出した。「お前を基礎研の所長にする。しっかり頼むよ。4人の顧問の先生方とうまく付き合ってくれ。」 - 「まさか、この私が所長？」今まで考えてもみなかったことだった。

前任者の牧田康雄氏 (九州芸術工科大学教授に転出) - 「レールは敷いた。地ならしから先はよろしく頼む。視野を広げる良いチャンスだ。いやになったら芸工大で待っているよ。」

後任の技研音響研究部長松岡進氏 - 「デジタルオーディオを投げ出されては困る」 - 技師長からはデジタルから足を洗えとのきついお達示。表向きは動きがとれない。手伝いたいもぐりの研究しかないかも。

九州大学大野克郎教授 - 「何やかや言うても貴君はやっぱ研究向きだよ。思い通りの研究所に仕上げたらよい。」

動物愛護協会 - 「まだ続けてねこの実験をするのか。きちんと最後まで面倒見のことを約束せよ」 - 「分かりました。毎年砵の慶元寺で猫の供養をしています。」

家に帰ると家内は - 「所長就任はうれしいこと。肩の力を抜いて頑張ってください。しかし送迎車はうまく使わないと運動不足になり寿命を縮める。生活のパターンを変えましょう。毎朝駒沢公園1周のジョギング。週末は山歩き。家族で卓球をやりましょう。」 - 庭に卓球台を購入した。各人各様の想いで基礎研究所時代が始まった。

(b) すれ違いの労使交渉

技術研究所時代も音響研究部長として労使の団体交渉は経験したが、その時は交渉の立役者は所長で部長はいわば並び大名であった。ところが基礎研は40人足らずの小世帯とはいえ、^{れつき}歴とした独立組織。着任後早々に団交の当事者として交渉の表舞台に引っ張り出された。

「所長就任おめでとう。」のセレモニーまではよかったが。

「研究所の運営方針は？」 - 前任者牧田さんが敷かれた路線を踏襲する。視聴科学と光物性をそれぞれの室長に推進役になって貰う。

「その方向づけは？」 - 就任1か月足らずでは責任あるビジョンは語れない。

「ならば所長の抱負は？」 - 私はやるからには一流の研究所長になりたい。少なくともその努力をする。皆さんもそれぞれの専門分野で世界に通用する一流の研究者になっていただきたい。両用相俟って皆さんと一緒に一流の研究所を作ろうではありませんか。よろしく頼みます。

次は - 頭の痛い問題 -

「結晶欠陥の研究で強力X線を使っている。研究者の健康に影響あり。その対策がされていない」 - この装置は光物性研究の基幹となる結晶育成時の格子欠陥を観測。特にその挙動のふるまいで見べき成果が出始めている。学会をリードできるポテンシャルを持っている。その強力な武器として特注したX線発生装置で、その取扱いは十分に注意している。 - 「充分ではない。いい加減だ」 -

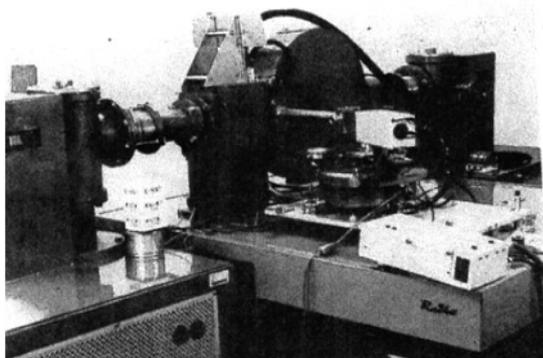


写真 8. 強力 X 線発生器

愚問賢答

- ・ 本当に安全か？
- ・ 高圧（70KV）とX線がその元凶だが、実験室には所長いえども入れないように鍵をかけている。

「視聴覚生理で猫を使った研究は、猫が死ぬまで20時間連続して実験していると聴く。これは労基法36協定違反である。」 - 眼底から大脳視覚領域に至るまでの視覚情報の伝達現象の研究に猫を利用して実験を始めた段階。視覚心理の視覚現象を説明できるまでになった。今後を期待する研究で研究者もつい時間外勤務が重なったかもしれない。

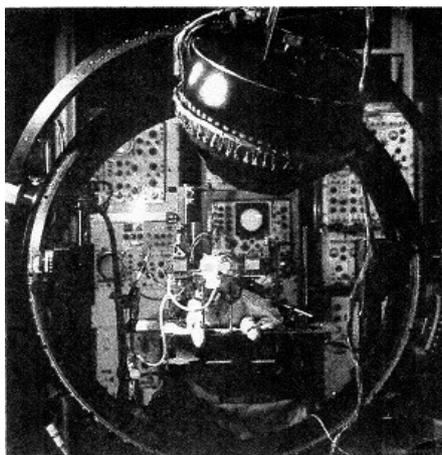


写真 9. 視覚生理実験

愚問賢答

- ・猫を使うのは何故？
- ・色盲だが適当に高等動物で、おとなしいし、頭の大きさが揃っていて個人差（個猫差？）が少ない。
- ・実験時間は？
- ・約 20 時間。その間二人でやっている。

この 2 項目、労働協定違反かどうか紋切り型の杓子定規で測れば問題かもしれない。そういう点からみれば止めるべきかもしれない。しかしやめるにはいかにも惜しい。皆さんも組合員であるが研究者でもある。私も今はともかく、研究をしてきてそのジレンマは理解できる。これは団交にはなじまない。みなで別の場でよく相談しよう。

(c) 一味違う研究所

1) 現状分析

所長を引き受けて 1 年間、研究の内容や研究者の取り組みなどの現状把握が精一杯だった。研究の範囲を「視聴科学」と「光物性」に設定した基礎研の人集めは大変だったと思う。従来ある技術研究所に在籍している研究者の中から、これらの研究分野を担当するレベルの高い基礎向きの研究者をリストアップして新しい組織にあてがって機能させるには、研究所開設の実質責任者であった牧田康雄前所長と両研究室の室長の苦勞は 1 年間の追跡の結果を見てよく理解できた。

発足後 4 年、私の就任 1 年を経た現在、研究レベルも研究範囲もよしにつけあしきにつけ国内外の大学や関連学会の中での位置づけがはっきりしてきた。創始期では当然の個人レベルの研究の寄せ集めからのスタートをどう集約するか、改廃も含めて検討する時期に来たように思われた。その作業に入る前提として研究所の将来向かうべき方向、それが放送という事業組織の中での位置づけを明確化する将来ビジョンの設定を考えることにした。

2) 方向付けの道筋

放送番組制作からその記録・保存、送信、伝送、受信を経て番組の視聴に至る一連の放送システムは 10 年後どう進展してゆくであろうか。それを予見しながら、その時点で必要とする基礎技術を提供するのが当基礎研究所の役割であり存在価値であろう。その時点で必要とする放送システムは：

- ・視聴する画質音質の飛躍的向上
- ・番組の制作や送受信の自動操作、無人化

の 2 点に集約してみた。それらのニーズを具現化するために必要な技術は：

- ・ デジタル技術 画像、音響信号の高品質化、操作性、信頼性向上のため
- ・ 光ディスクの実用化 アクセスの容易さと速さ、コンピュータとの相性の良さを活かす
- ・ 画像音響信号のコンピュータ処理 よい画、よい音の生成

当基礎研がこれらの技術に対応するために現在進めている視聴科学と光物性がどう生かされるか、それにマッチングするには現在の研究体制をどう方向付けするか、そのためにどういう旗振りをするか、それが問われる時期に差しかかってきた。

研究そのものについては、研究の実務を指揮し推進している両研究室長がしっかりとまとめてくれる。それらの個々の成果を束ねて取捨選択し、それに一本芯を入れて基礎研の成果として締めくくる。それはNHKの経営や番組制作に役立てるとともに、毎年積み重ねて研究所の将来に向けての方向付けに活用する。その集積が研究所の「風格」になるのか。

3) 迷い

研究所の方向付けに際しての研究所長の役割は、室長がまとめてくれた研究成果の取捨選択と全体を眺めてそれに一本芯を入れてまとめる上げることである。その職務の遂行に必要な素質は「よい勘とセンス」でもって技術の先取りすること、これが私の持論である。その素質を維持し、向上させるためには、研究の実務に携わり手を汚してこそ生きた経営ができると思う。

省みて私の場合は？ 基礎研1年目は技研時代の研究の勘を頼りに俄か勉強で自他ともによかったかな。2年目が終わって自省してみると、その2年間そういう実践を経験しないまま過ごしてきた。そのブランク期間、勘やセンスを磨かないままビジョンづくりを進めた。それは地についたものになったか。今年はなんとかよしとしても、今後その延長線で良いのか。かすかな迷いが脳裏を去来した。

そういう折、その迷いを見透かすように井深大氏（当時ソニー社長）の大きな独り言が聞こえてきた。 - 「物作りは楽しいぜ」と。NHK放送技術審議会の委員をされていた井深さんの言葉が時と処とにかまわず響いてくる。「うちに来たら研究所を作ってよい。今の貴君のようなペーパーワークでなく、好き勝手に仕事ができる。」 - 私の迷いは悩みに変わっていった。

4) 悩んだ末に

やっと住み馴れ始めた基礎研。かすかな迷いはあったが、もともと好きな道であったしやり甲斐もあった。実務を離れたとはいっても勘とセンスを磨く方法は、求めればやる方法は見いだせるかなとも思った。年齢50歳を迎えて人生の一つの区切りの時。停年まで経営職として勤めた後はどうしようか。それともソニーからの誘いに乗って別の道を歩くか。その悩みの中でNHKに入るきっかけとなった「よい音の追及」というライフワーク、技研時代やりかけたデジタルオーディオへの未練とが頭をもたげた。

私と家内は箱根の外輪山湯河原の南斜面を歩きながら、23年間のNHKでの生活を振り返りながら、迷いと悩みを共有して貰い、今後のことを話し合った。そのしめくくりの家内の言葉 - 「あなたがNHKかけ出しの頃から、所長になっても、その間悩んでも喜んで家に帰ったら同じ顔。どこに行ってもついて行くだけ」 - 「もうひと働きしてみるか」

「お前がソニーに行く？」 - 「あそこは生き馬の目を抜きかねない会社。NHK 技研所長は全くお前向きのハマリの仕事場。しかも優雅で外づらもよい。なんの不足があってやめるのか理解に苦しむ。」 - 「ソニー行きは止めておけ。」 - 有難い忠告をしてくれた友の言葉を背に、ソニー行きを決めた。

注（文献）

- (1) 中島平太郎 「高忠実度指向性マイクロホン」 エレクトロニシャン 昭 28.10 pp 513-517
- (2) 中島平太郎、西村良平、山本武夫、高柳裕雄 「2 ウエイ複合型スピーカーの設計」
NHK 技術研究、第 27 号 昭 31.8 pp 1-22
- (3) 中島平太郎 「オリンピック開閉会式の国立競技場の音響設備」 NHK 技研月報 第 8 巻
第 2 号 昭 40.2 pp 115-122
- (4) 中島平太郎 「PCM 録音機の開発」 日本音響学会誌、67 巻 4 号 平 23 pp 174-175

8Kスーパーハイビジョン—試験放送の概要—

NHK放送技術研究所

神田 菊文 杉本 岳大 小野 一穂

1. はじめに

NHKでは、2016年8月に、8Kスーパーハイビジョン（以下8KSHV）の試験放送を開始した。8Kスーパーハイビジョンは、HDTVの16倍の画素数をもつ7680×4320の8K映像と22.2マルチチャンネル音響（以下、22.2ch音響）からなる次世代の放送システムである。4K放送サービスとともに、総務省の放送サービス高度化に関する検討会のロードマップ^[1]にスケジュールが示されている。この8月に開始した2016年の試験放送の後、2018年には実用放送が開始され、東京オリンピック・パラリンピック開催年である2020年には4K/8K放送が普及し多くの視聴者が市販のテレビで番組を楽しんでいることが、SHV放送の目指す姿とされている。

試験放送の開始にあたっては、総務省の情報通信審議会（情通審）において技術的条件が検討され、2014年3月に答申された一方、同7月には省令についても告示・改正が行われた。これらを受け、電波産業会（ARIB）において関連する国内規格の整備を行う一方、2014年1月よりNexTVフォーラムにおいて運用規定の検討を進め、2015年12月に運用規定1.0版を発行、2016年7月のARIB規格会議において承認・公開された。これと並行して、制作、符号化、多重化などの局内設備から受信機に至るまでの、試験放送に必要な機器開発も行われた。

本稿では、8KSHV試験放送における映像・音響符号化方式について述べるとともに、2016年夏期オリンピックの国内パブリックビューイング、試験放送の状況についても紹介する。

2. 8Kスーパーハイビジョン試験放送における映像フォーマット

SHV放送を実現するためには、放送の限られた伝送路でも高品質を保ちながら伝送できるように、膨大なデータ量をもつSHV映像を高効率に圧縮することが必要である。本章ではSHV放送の映像フォーマットと放送に不可欠な映像の圧縮技術について述べる。

2.1. 映像パラメータ

超高精細度テレビジョン放送であるSHVは、これまでのHDTVを超える規格のテレビジョンとして1995年にNHK技研で開発が開始された。SHVの映像は、空間解像度（画素数）、時間解像度（フレーム周波数）、表現できる色（色域）、明るさ（ダイナミックレンジ）、階調において、HDTVを上回る性能を持ち、その場にいるような高い臨場感を得られるシステムとして、心理物理的な効果をもとにパラメータが決定された^[2]。2012年8月にはITU-R Rec.BT2020^[3]として国際標準化され、これに基づき国内でもARIBの標準規格STD-B56^[4]が策定され、SHV試験放送の映像入力フォーマットもこれにしたがって運用されている（表1）。

表1 SHV 映像の主なパラメータ(ARIB STD-B56 1.1 版)

アスペクト比	16:9
画素数	7680×4320, 3840×2160
フレーム周波数	120, 120/1.001, 60/1.001, 60
走査方式	順次走査
色域	高色域表色系(ITU-R Rec.BT2020)
映像サンプルの bit 数 (階調)	10bit, 12bit

2.2. 映像符号化

SHV 試験放送の映像符号化方式としては、ARIB の標準規格 STD-B32 [5]で HEVC(High Efficiency Video Coding) [6]が規定されている。HEVC は 2013 年に規格として発行され、高能率な符号化が可能な現時点で最新の映像符号化方式である。H.264|AVC 方式と比較して 2 倍の符号化性能を目標に方式が検討され、膨大な情報量をもつ超高精細度テレビジョンの映像符号化には不可欠の技術となっている。

HEVC の符号化手法は、動き補償予測と変換符号化を用いたハイブリッド符号化であることはこれまでの MPEG-2、H.264|AVC 方式と同様であるが、高能率な符号化を実現するため、さまざまな符号化ツールの改善が図られた。その中でも符号化ブロックの大きさや形状を柔軟に選択できるようにし、より大きなブロックを用いて高精細画像での効果を高めたことや、画面内予測(イントラ予測)の高度化などによって予測信号をより高精度に生成する手法の導入等が図られ、より高い圧縮効率を得ることを可能としている。HEVC の詳細な符号化の仕組みについては詳しく説明されている解説書[7]があるので参照されたい。

表 2 に SHV 試験放送における映像符号化方式の概要を示す。前述の映像フォーマットにしたがって、符号化のプロファイルとレベルが規定されている。SHV 映像を HEVC で符号化した場合に、放送にふさわしい品質でサービスするために必要なビットレートは、符号化実験と画質評価実験により、8K(4320/60/P)で 80~100Mbps、4K(2160/60/P)で 30~40Mbps と推定されている[8]。

表 2 SHV 放送の映像符号化方式

システム	4320/120/P (8K)	4320/60/P (4K)	2160/120/P (4K)	2160/60/P (4K)
準拠規格	ITU-T H.265 MPEG-H HEVC			
プロファイル	Main 10			
レベル	6.2	6.1	5.2	5.1
クロマフォーマット	4:2:0			
ビット精度	10bit			

3. 8K スーパーハイビジョン試験放送における音声フォーマット

3.1. 22.2 マルチチャンネル音響システム

NHK は 8K 映像と組み合わせる音響システムとして、24 個のチャンネルを上下 3 層構造に配置した 22.2ch 音響^{[9][10]}の研究開発を進めている。図 1 に 22.2ch 音響のチャンネル配置とチャンネルラベルを示す。聴取位置の上方に上層の 9 チャンネル、聴取者の耳の高さに中層の 10 チャンネル、聴取位置の下方に下層の 3 チャンネルを配置するとともに、2 個の低域効果チャンネル (Low Frequency Effects : LFE) を加えている。22.2ch 音響は、画面上の自由な音像定位に加え、聴取位置を取り囲む全方向からの音再生が可能であり、高品質な三次元音場による高い臨場感を提供できる音響システムである。

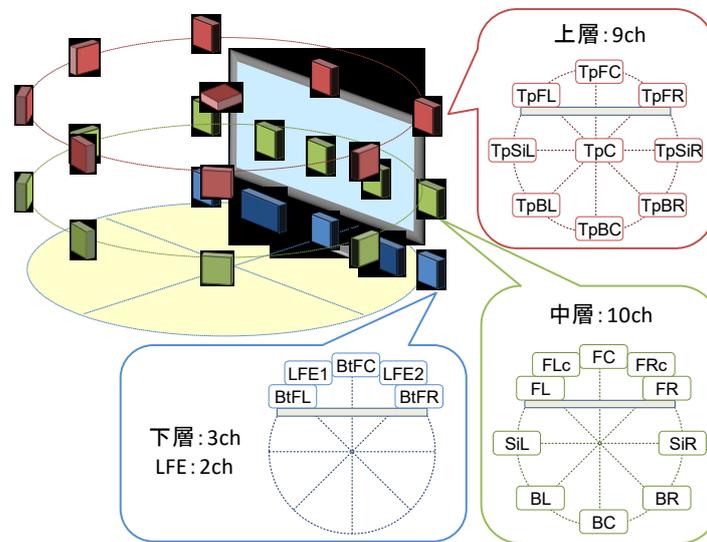


図 1 22.2ch 音響のチャンネル配置とチャンネルラベル

3.2. 22.2ch 音響放送の音声符号化方式

22.2ch 音響の試験放送における音声符号化方式は ARIB 標準規格 STD-B32 第 2 部第 6 章に規定されており^[5]、圧縮符号化技術は Moving Picture Experts Group (MPEG) によって規格化された MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding) ^[11]に基づいている。AAC は聴覚心理符号化技術を用いることで高い圧縮率を実現できる方式であり、現行の地上デジタル放送、BS デジタル放送では MPEG-2 AAC が採用されている^[10]。当初 MPEG-4 AAC は最大 5.1ch までしか対応していなかったため、最大 22.2ch まで対応可能なように MPEG 規格が拡張された^[12]。また 22.2ch 音声信号の符号化法として、SCE (Single Channel Element : 単一チャンネル用の圧縮符号化)、CPE (Channel Pair Element : 2 チャンネルをペアとして扱う圧縮符号化) および LFE (LFE Element : LFE チャンネル用の圧縮符号化) を組み合わせる手続きが規定された^[12]。表 3 に、試験放送の音声符号化方式の諸元を示す。

なお今回の試験放送では、22.2ch 音響に加えて、5.1ch サラウンド、2ch ステレオの全 3 ストリームを同時に伝送するサイマル放送を実施しており、受信機や再生装置の対応チャンネル数に合わせて音声信号を選択できる仕組みになっている。

表3 試験放送の音声符号化方式の諸元

標本化周波数	48 kHz
入力量子化ビット数	16 ビット以上
最大入力チャンネル数	22.2ch
音声符号化方式	MPEG-4 AAC

3.3. MPEG-4 AAC による 22.2ch 音声信号の圧縮符号化

放送品質を満たす 22.2ch 音声信号のビットレートの目安を得るため、NHK で開発した 22.2ch 音声符号化装置の客観評価試験を実施した^[13]。22.2ch 音源としてロゴ、オーケストラ、スポーツ、ドラマを選び、1.4 Mbit/s のビットレートで評価した。客観評価法はマルチチャンネル音響には未対応であるため、ドラマについてはセリフが割り当てられた FC の信号に、それ以外の音源については FL の信号に着目して評価した。

図 2 に客観評価試験の結果を示す。この結果から、すべての音源の客観評価値^{注 1)}が -1.0 を上回っていることがわかる。ITU-R 勧告 BS.1548-4 によると、放送品質とは「音質劣化を判別しやすい音源で主観評価値の平均が -1.0 以上であること」と規定されている^[14]。したがって 22.2ch 音響放送は、1.4 Mbit/s 以上のビットレートで放送品質を満たすことが示唆される。

注 1)非圧縮音声信号と圧縮音声信号の違いに関する評価値で、0.0 は「違いを検知できない」、-1.0 は「違いを検知できるが気にならない」、-4.0 は「違いが非常に気になる」という評価を示す。

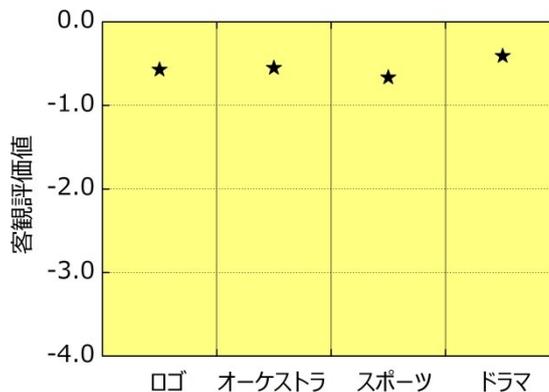


図2 客観評価試験の結果

4. 4K/8K スーパーハイビジョン(SHV)試験放送とリオ五輪国内パブリックビューイング

4.1. 日本国内でのリオ五輪パブリックビューイング

試験放送の開始された 8 月には、リオデジャネイロで開催された夏季五輪のパブリックビューイングが国内各地で行われた。会場の一覧を表 4 に示す。

リオデジャネイロから東京までの国際区間の回線には、映像は H.264 方式、音響は MPEG-2 AAC で符号化し、280Mbps に圧縮した TS 信号を用いた。放送センターではこの TS 信号を受信、

復号して、ふれあいホールに局内分配するとともに、NHK 放送技術研究所とパナソニックセンター有明にはダークファイバーを使用して伝送した。一方、グランフロント大阪には、国際伝送された TS 信号をそのまま分配して伝送し、現地で復号して再生した。また、NHK 放送博物館、丸ビル (MARUCUBE、図 3) では、試験放送の電波を受信して再生した。

これらのパブリックビューイングには、次節で紹介する各放送局でのパブリックビューイングと合わせ、23 万人以上が来訪し、迫力のある映像と音響を多くの方に楽しんでいただいた。

表 4 国内パブリックビューイング会場一覧

パブリックビューイング会場	五輪 PV 期間	総入場者数
NHK放送博物館 ^{※1} 70 席 / 200 インチ	8 月 6 日 ~ 22 日	3658 人
ふれあいホール ^{※2} 235 席 / 500 インチ 4Kx4	8 月 6 日 ~ 22 日	5548 人
NHK放送技術研究所 ^{※2} 234 席 / 300 インチ	8 月 6 日 ~ 22 日	918 人
丸ビル (MARUCUBE) 85 インチ 3 台 ^{※1} 55 インチ 2 台 ^{※3}	8 月 6 日 ~ 22 日	42430 人
パナソニックセンター東京 ^{※2} 240 インチ 4Kx4	8 月 6 日 ~ 22 日	17918 人
グランフロント大阪 ^{※2} 216 席 / 350 インチ	8 月 6 日 ~ 14 日	4569 人

※1 試験放送を受信して再生

※2 素材を放送センターより伝送して再生

※3 再生装置によるオフライン再生



図 3 国内パブリックビューイング会場 (丸ビル)

4.2. 試験放送

8月1日に開始した試験放送では衛星放送の17chを使用し、8K/4Kの普及促進と技術検証を目的に毎日7時間程度の放送が行われており、8月のリオ五輪期間中は現地からの生中継を行うなど、番組の充実も徐々に図られている。12月1日からは、放送サービス高度化推進協会(A-PAB)による試験放送も開始される。一方、4K/8K試験放送を受信できるテレビは、まだ市販されていない(2016年11月現在)。全国のNHK各局には専用の受信装置が設置されており、ぜひ、お近くのNHKに、足を運んでいただき、8Kスーパーハイビジョンの映像・音声による圧倒的な臨場感を体感していただきたい。



図4 4K/8K試験放送受信設備
(NHK放送技術研究所リビングシアター)

5. おわりに

2016年8月に開始した8KSHV試験放送の概要を紹介した。今後、2018年の実用放送、東京五輪の開催される2020年の本格普及に向け、引き続き機器の開発や標準化を進めていく。

参考文献

- [1] 総務省 4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/4k8kroadmap/index.html
- [2] 西田幸博：“スーパーハイビジョンの映像パラメーターと国際標準化”，NHK技研R&D/No.137,p.10-19(2013)
- [3] Recommendation ITU-R BT.2020-2: “Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange” (2015)
- [4] ARIB STD-B56 1.1版：“超高精細度テレビジョン方式スタジオ規格”(2014)
- [5] ARIB STD-B32 3.8版：“デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式”(2016)
- [6] ITU-T Rec.H.265|ISO/IEC 23008-2,“High Efficiency Video Coding,”(2013)
- [7] 村上ほか：“高効率映像符号化技術 HEVC/H.265とその応用”オーム社、大久保ほか：“H.265/HEVC教科書”インプレス(2013)、など
- [8] A. Ichigaya, Y. Nishida: “Required bit rates analysis for a new broadcasting service using HEVC/H.265”, IE EE Transactions on Broadcasting VOL. 62, NO. 2, JUNE 2016
- [9] “Advanced sound system for programme production,” Rec. ITU-R BS.2051, International Telecommunication Union, Geneva (2014).
- [10] “三次元マルチチャンネル音響方式スタジオ規格,” ARIB STD-B59 2.0版, (一社) 電波産業会 (2016) .
- [11] “Information Technology – Coding of Audio-Visual Objects – Part 3: Audio,” ISO/IEC 14496-3:2009 (2009) .
- [12] “New Levels for AAC Profiles,” ISO/IEC 14496-3:2009/AMD 4:2013 (2013) .
- [13] 杉本, 中山, “MPEG-4 AACを用いた22.2ch音声符号化・復号装置の開発,” 音響学会秋季講演論文集, 2-P-9 (2015) .
- [14] “User Requirements for Audio Coding Systems for Digital Broadcasting,” Rec. ITU-R BS.1548-4, International Telecommunication Union, Geneva (2013).



神田 菊文 (かんだ きくふみ) : 1992 年上智大学修士課程修了、同年 NHK 入局。放送技術研究所に勤務し、高能率映像符号化、デジタル放送(ISDB)の実用化に関する研究に従事。2001 年より技術局、放送技術局、松山放送局で放送設備のハイビジョン化、運用等に関する業務に従事。2013 年より放送技術研究所で 8K スーパーハイビジョンの実用化等に向けた映像符号化の研究に関する業務にあたる。映像情報メディア学会会員。



杉本 岳大 (すぎもと たけひろ) : 2001 年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年 NHK 入局。放送技術研究所にて、音響トランスデューサ、音声符号化、三次元音響の研究および MPEG、ARIB の標準化活動に従事。第 45 回市村学術賞貢献賞、第 16・21・24 回日本音響学会技術開発賞、第 28 回関東地方発明表彰発明奨励賞、2015 年度映像情報メディア未来賞フロンティア賞、第 35 回放送文化基金賞、各賞受賞。日本音響学会、AES、映像情報メディア学会各会員。博士 (工学)。



小野 一穂 (おの かずほ) : 1991 年東京大学工学部計数工学科修士卒。同年 NHK 入局。以来、放送技術研究所にて、スピーカアレイによる立体音響、音響トランスデューサ、三次元音響の研究、ARIB 標準化活動等に従事。第 45 回市村学術賞貢献賞、第 16・21 回日本音響学会技術開発賞、第 28 回関東地方発明表彰発明奨励賞、AES ジャパンアワード、第 35 回放送文化基金賞、IEEE GCCE2016 Excellent Paper Award 1st Prize、各賞受賞。AES フェロー。日本音響学会、AES、電子情報通信学会、映像情報メディア学会各会員。

リオデジャネイロオリンピック 2016 における
8K パブリックビューイングについて
(一財) NHK エンジニアリングシステム

大久保 洋幸

1. はじめに

NHK は、2016 年 8 月 5 日から 21 日（現地時間）の期間、ブラジル・リオデジャネイロで開催されたオリンピックの開会式・閉会式をはじめ、柔道等の 5 競技の放送について、OBS(Olympic Broadcasting Services) と共同で 8K 映像と 22.2 マルチチャンネル音響（22.2ch 音響）で制作した。また、ブラジル最大の放送局である TV Globo と共同で、8K 映像と 22.2ch 音響の地上波伝送実験と、リオデジャネイロ市内の施設においてパブリックビューイングとを実施した。本稿では、これらのオリンピック競技の 8K、22.2ch 音響の制作とリオデジャネイロ市内で行われたパブリックビューイングの様相について紹介する。

2. 8K 映像と 22.2ch 音響制作について

オリンピックのホストブロードキャスターである OBS と NHK は共同で、リオデジャネイロオリンピックの放送を 8K 映像と 22.2ch 音響で制作した。OBS と NHK との共同制作は、2012 年のロンドンオリンピック、2013 年のソチ冬季オリンピックに続き、3 回目となる。今回は、開会式・閉会式に加え、柔道・競泳・陸上・バスケットボール・サッカーの 5 競技の放送番組について制作を行なった。

2 台の 8K 中継車と 2 台の 22.2ch 音声制作車が日本から輸送され、それぞれ競技会場に配置された（図 1、図 2）。8K 中継車および、22.2ch 音声制作車は、車長約 12m、車幅約 2.5m で制作スペースが拡張する構造となっている。8K 中継車には 55 インチの 8K モニタ、スイッチャ、編集機等が、音声制作車に 22.2ch 音響に対応して 3 次元パンニング機能を持ったミキシング卓やスピーカが設置されている。制作スタッフ 10 名、技術スタッフ 14 名を 1 クルーとし、2 クルーの体制で制作が行われた。

一つの会場には 8K カメラ 3 台（図 3）と 4K スーパースローモーションカメラ 2 台が準備された。8K のスローカメラは現時点でまだ開発されておらず、選手の詳細なプレー、技や表情が、4K スーパースローモーションカメラにより撮影され、8K 信号にアップコンバートされた。これら 5 台のカメラは、OBS との交渉により、会場全体を見渡せる場所や、競技エリアに近い場所に設置された。カメラのフォーカス（焦点）の調整は、8K の制作において極めて重要である。以前はこのフォーカスの調整を中継車内のエンジニアが行っていたが、今回はカメラに搭載された 4K ビューファインダ（モニタ）や、フォーカスアシスト（補助）機能の向上により、カメラマン自身が行えるようになった。カメラマンがフォーカス調整を行うことにより、動きの激しい被写体の素早いフォーカス調整が可能となり、大きな画面に鮮明な映像を映し出す上で、その効果は大きいと思われる。

音声については、OBS が競技場内に設置したマイクロホンからの信号が音声制作車へ入力された。加えて、22.2ch 音響制作に必要なマイクロホンが客席内やカメラの設置場所に NHK によって配置され (図 4)、カメラに取り付けられたマイクロホンからの信号も入力とされた。これらの信号をミキシング処理することで 22.2ch 音響が制作された。



図 1 8K 中継車



図 2 音声制作車



図 3 8K カメラ



図 4 会場内に設置された 22.2ch 音響制作用ワンポイントマイクロホン

3. 8K 映像と 22.2ch 音響の伝送について

各競技会場からの非圧縮の 8K 信号 (24Gbps) は光回線により伝送された。これらの信号は、リオデジャネイロの中心から西に約 20km 離れたところにあるオリンピックパーク内の IBC (International Broadcasting Center) で受信され、OBS による国際信号として分配されたり、日本へ 8K 試験放送のために伝送された。ここで、日本への 8K 信号は AVC/H.264 により、22.2ch 音響は MPEG2 AAC により圧縮され、両者合わせて 280Mbps で光回線により伝送された。この光回線網は、通常のハイビジョン放送にも使用される信号も伝送するもので、太平洋ルートとロシアルートで二重化された (図 5)。なお、日本国内の 8K 試験放送について、また、日本国内で行われたパブリックビューイングの様子については今号の記事「8K スーパーハイビジョン試験

放送の概要」を参照されたい。

IBC 内には 8K シアターが構築された。シアターのサイズは、幅 7.8m、奥行き 15m、天井高は最大で約 6m で、ここに 350 インチスクリーンと、22.2ch 音響のスピーカが設置された。座席数は 90 席である。ここで 8 月 4 日～8 月 21 日の期間、8K を上映した。8 月 5 日の開会式までは、以前のロンドンとソチのオリンピックの 8K ハイライトを上映し、今回の五輪開催期間中は競技の生中継や、開会式や競技のハイライトを上映した。18 日間の上映期間にオリンピック関係者や、放送関係者 6,487 人が来場し、好評だった (図 6、図 7)。

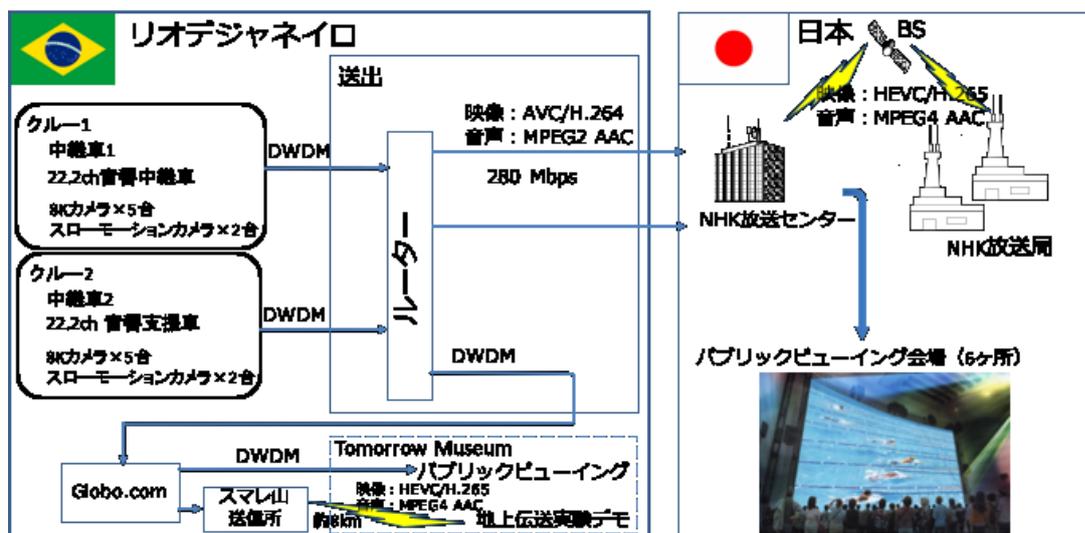


図 5 リオデジャネイロオリンピック伝送系統図



図 6 IBC 内の 8K シアター



図 7 IBC 内の 8K シアターの来場者

4. リオデジャネイロ市内でのパブリックビューイングについて

リオ五輪開催中、ブラジル・リオデジャネイロ市内において、TV Globo と共同で 8K パブリッ

クビューイングと 8K 地上伝送デモを実施した。

リオデジャネイロの中心部にある、博物館 Museum of Tomorrow (図 8) は、スペイン人建築家 Santiago Calatrava の設計で、リオデジャネイロ中心の港湾部の再開発に伴い建設された敷地面積約 15,000m²、全長約 300m の大きさを持つ未来的でユニークなデザインの博物館である。ここは、ブラジルの過去と未来の科学技術をテーマに、昨年 12 月にオープンした博物館であり、平日の日中から多くの人々が訪れ (図 9)、連日盛況の観光名所である。この博物館の 1 階には、曲面の側壁を持つ講堂があり、幅は最大約 19m、奥行きは約 22m、天井高は舞台付近で約 6m である。この中の横 12m、奥行き 15m の範囲にトラスを組み、300 インチのスクリーンを舞台上に設置し、22.2ch 音響のスピーカをトラスに取り付け、8K シアターを設営した。シアター客席数は約 300 である。IBC から OBS の国際信号として配信された 8K 映像と 22.2ch 音響の信号は、非圧縮で TV Globo の回線施設である Globo.com を経由してダークファイバーを通じて伝送され、パブリックビューイングに用いられた。上映期間は 8 月 5 日から 21 日の 16 日間で、ライブ上映の他、ハイライトを収録したものも上映した。期間中の来場者数は、10,017 人で、ブラジルの情報通信担当大臣、スポーツ担当大臣や、リオデジャネイロ市長も来場し、TV Globo のニュースや新聞、Web ニュースを含め、現地では 30 以上の報道がなされた。来場者からは「競技場で見ているようだった」などの声が多く聞かれ、大変好評であった (図 10)。



図 8 Tomorrow Museum の外観



図 9 Tomorrow Museum 入口前の賑わい

TV Globo と NHK は、共同で地上波による 8K 映像と 22.2ch 音響信号の伝送実験を行なった。上記パブリックビューイングと同様に OBS から国際配信される 8K 映像と 22.2ch 音響の信号は、TV Globo の回線施設である Globo.com において、映像は HEVC/H.265 で、音声は MPEG4 AAC で圧縮されて、リオデジャネイロ市内にあるスマレ山 (標高約 600m) にある地上波の送信設備へ送られて送信された。送信された信号は、約 8km 離れた Museum of Tomorrow で受信、復調された後、デモ会場で再生された。8K 映像と 22.2ch 音響が地上伝送により、リアルタイムで伝送、再生されるこの実験は世界初である。来場者からは「映像が美しい」、「映像と音響の相乗効果が高い」といった感想の他、放送関係者からは技術的な問い合わせも多く、大きな反応が得られた (図 11)。



図10 Tomorrow Museum 内の8Kシアター



図11 地上伝送された映像・音声を見る来場者

5. リオデジャネイロ市内の会期中の様子

会期中のリオデジャネイロは、日中の気温が30度ほどで、夜は20度を下回り、過ごしやすい陽気であった。オリンピック・パラリンピックが開催される前より、ブラジル経済の成長はマイナスに転じ、ルセフ大統領（当時）の罷免問題が取り上げられた。以前より報じられていた治安悪化もあって、今回のオリンピック・パラリンピックは多くの心配の中で行われることとなった。テロも心配されたが、ブラジル国防省は軍を動員して市内の警備にあたり、所々で検問や、交通規制が行われた。その結果、準備期間を含めて筆者が滞在した1ヶ月あまりの期間で、いくつか小さな窃盗事件などがあったようだが、身の回りに大きな事件が起こることはなかった。オリンピックの試合の様子は Tomorrow Museum のすぐ横に設営された OLYMPIC BOULEVARD（ライブステージを伴う通常のパブリックビューイングスペース）を始めとする施設（図12）や、市内のレストランのテレビでも見ることができ、市民が大勢で観戦する様子が各所で見られた。特に、終盤は陸上で男子棒高跳びのシウバ選手が金メダルを獲り、男子バレーボールと男子サッカーでブラジルチームが優勝したことで、市内は大いに盛り上がった。

ブラジルでは2006年に日本の地上デジタル放送方式を採用し、デジタル放送への移行が進められてきた。その普及も進み、大都市では2018年末に、ブラジル全土については2023年までにデジタル放送へ移行する予定とのことである。また、今回の滞在では、一般の市民から4Kテレビを購入したという話も聞かれた。ブラジルでは電波による4K放送サービスはまだ無いものの、TV Globo がインターネット回線を利用した4Kコンテンツ配信を行っており、デジタル放送への移行の最中に置いても、次々と新しい放送技術が導入されている様子が垣間見られた。このような状況の中で、2年前の男子W杯の時からTV Globo がNHKと共同で8Kのパブリックビューイングを行い、今回は8Kの地上伝送実験も実施することでTV Globo がブラジルの放送技術を先導し、技術革新を進めていくという姿勢を強く感じた。TV Globo の担当者は、今後もこういった実験を継続していくつもりであると話しており、このような機会に協力していくことで、多くの人が8K映像と、22.2ch音響をはじめとした最新の放送技術を楽しめることを期待したい。



図 12 Tomorrow Museum の横の OLYMPIC BOULEVARD 会場

6. おわりに

リオデジャネイロオリンピックの 8K パブリックビューイングの様相について紹介した。日本では、8月1日より 8K 映像と 22.2ch 音響による試験放送も開始され、多くの視聴者が臨場感たっぷりの映像と音響を楽しめる機会が高まっている。今後も引き続き、機器開発、標準化作業といった実用化に向けた取り組みを行なっていくとともに、8K スーパーハイビジョンの魅力を国内外の多くの方々に知っていただくために、様々な機会をとらえてスーパーハイビジョンの普及、展開活動を進めていく。

謝辞：本稿を執筆するにあたり、8K 番組制作の状況や、8K 信号の伝送システムについての情報を提供いただいた、NHK 放送技術局の東副部長、賀谷副部長に謝意を表します。



大久保 洋幸（おおくぼ ひろゆき）：1992 年明治大学修士課程修了、同年 NHK 入局。放送技術研究所に勤務し、室内音響計測、音場シミュレーション、スーパーハイビジョン音響に関する研究に従事。2014 年より（一財）NHK エンジニアリングシステムで 22.2ch 音響技術の実用化開発に関する業務にあたる。日本音響学会学術奨励賞、日本 ITU 協会賞 国際活動奨励賞を受賞。日本音響学会、映像情報メディア学会、日本建築学会、日本バーチャルリアリティ学会、米国音響学会、AES 会員。日本オーディオ協会 理事

グランドピアノができるまで

ヤマハピアノのふるさと掛川訪問記

レポート 照井 和彦 JAS 事務局長

11月18日快晴にめぐまれた日、ヤマハグランドピアノ製造拠点工場の掛川を訪問しました。これはJEITA（一般社団法人電子情報技術産業協会）ネットワークオーディオ専門委員会の活動の一環として企画されたツアーに同行し、歌手の井筒香奈江さんもご一緒でしたので音楽家としてのピアノに対する思いや見学を通してのコメントも頂くことができました。



ヤマハ掛川工場 ハーモニープラザ全景

掛川駅で新幹線を降り一両編成の天竜浜名湖線に乗り換えてコトコト走ること7分で桜木駅に到着。ヤマハピアノの故郷は大変静かなエリアに立地しており見学の期待感が高まります。7万6千坪の敷地にあるハーモニープラザ一階ショールームに入ると自動演奏ピアノやアーティストのために特別デザインされたピアノ、会社創業期に手がけた楽器などが一堂に会しており最初に圧倒されますが、手際よく編集されたビデオ上映でピアノ製造の前半プロセスを学習し、ここでピアノを構成する木材は50種類にも及ぶと聞いてもう一度びっくりします。すべての木材は半年から一年の歳月を掛けておよそ80%あった水分を20%程度まで天然乾燥させ、さらに一週間ほど要して10%以下まで人工乾燥させることでピアノの素材になるそうです。

丸太からの木材切り出しや支柱製作、側板製作、塗装などピアノ製造前半の工程は見学出来ませんでしたが、このツアーでは後半の工程作業中を間近に見学することができます。工場の入口は二重ドアで外ドアが完全に締まりきってから内ドアが開く仕組みになっており、これは外気と遮断することで温度湿度の変化を嫌う木材という天然素材と向きあっていく工場ならではの設備でした。

工程の最初に砂を用い精度の高い鋳造方法で出来上がったフレームが見学者をお出迎えしてくれます。美しく塗装された側板・支柱にスプルー材などの響板がのせられ、そこへこ

のフレームが取り付けられますが、重さはモデルによって大きさが異なるものの90kgから160kgと、ピアノ総重量のおよそ三分の一を占めるそうです。



ピアノフレームがお出迎え

この後ロボットによる自動作業で88鍵盤分のピアノ線を張るためのチューニングピンを打ち込んでいきます。そして音を奏でる源になる弦（ピアノ線）を張る工程です。



弦を張る工程1 中音域から高音域を張っていく



棚板の取付 本体をうつ伏せにして治具を用いて正確な位置合わせを行う



弦を張る工程 2 もう一度おこし、低音域の弦を張る

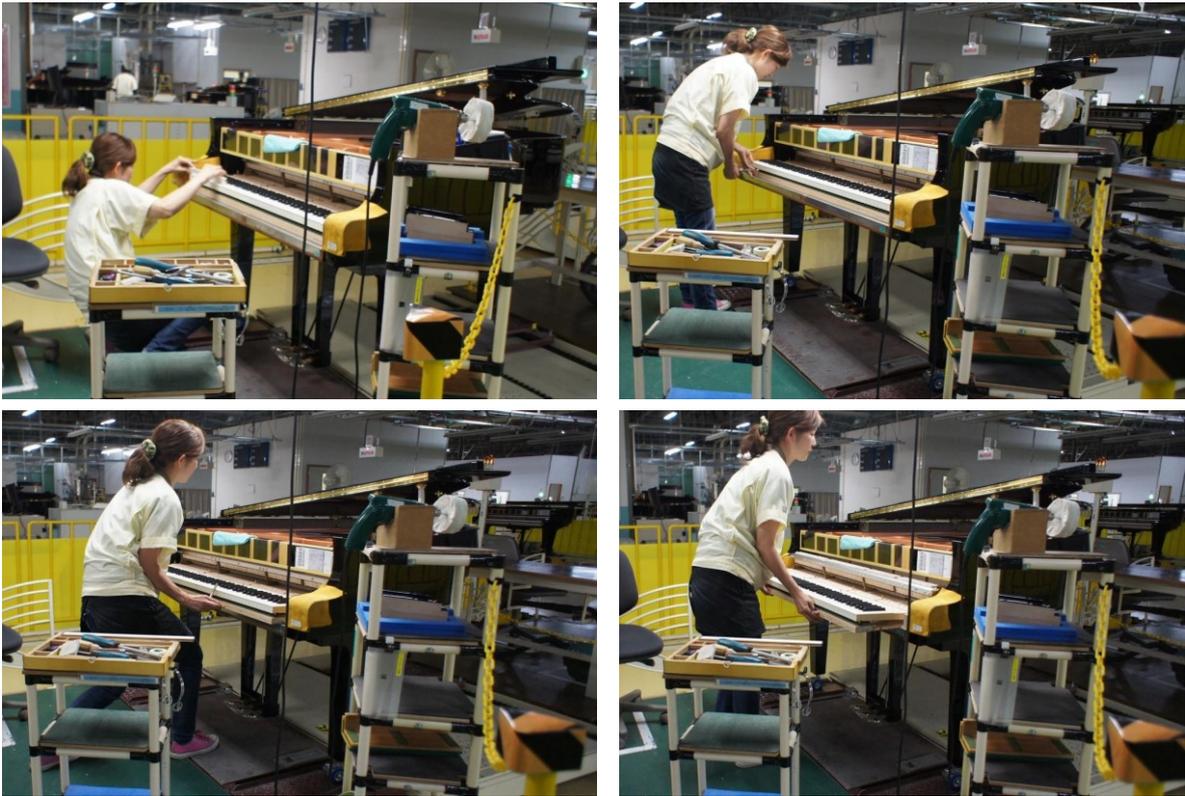


専用棚で取付を待つピアノアクション機構たち



ピアノアクション機構の取付工程

ピアノアクション機構は 88 の鍵盤機構が大きなまな板に載せられた様な状態のもので、演奏者が直接触れる白鍵盤、黒鍵盤をはじめとして一鍵あたりおよそ 70 点ものパーツで構成されており、写真の扇風機左手前のワーカーが取付前の機構を点検調整し、右手前のテーブルに送られて、弦の張り込みを終えた（写真では 4 台見える）本体に取り付けられます。ダンパーを取付けた後は自動打弦機によって機構をなじませる工程や、温度湿度が一定に保たれた部屋での休息（シーズニング）を経て、本体には大屋根と呼ばれる反射板や脚、ペダルが取付られます。その後仕上げ調律が一台いちだい慎重に行われます。



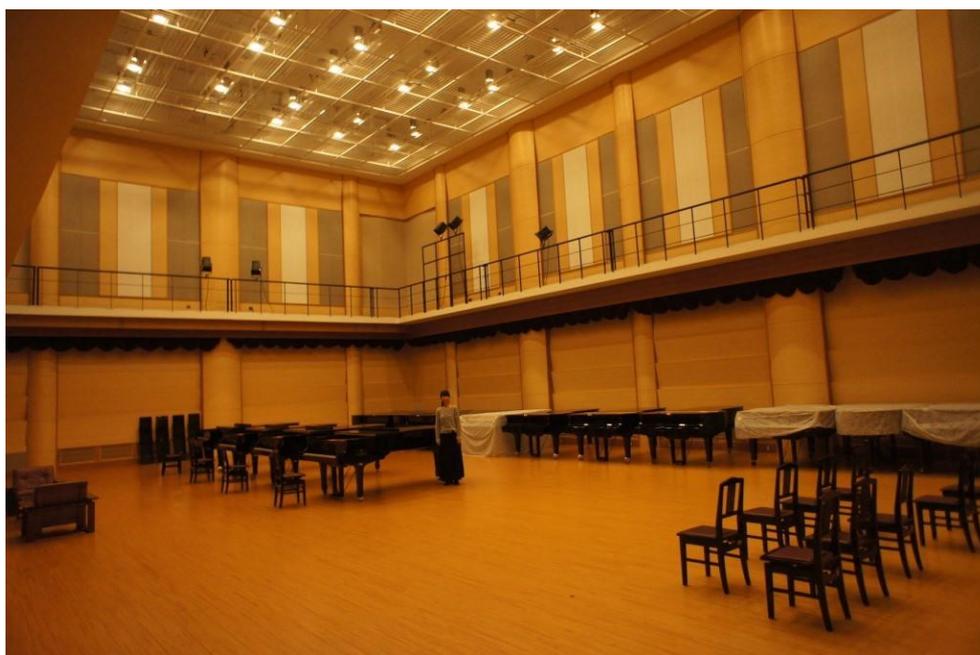
整調工程

整調工程では取り付けられた鍵盤とアクションの動きを調整演奏者のタッチに正確にこたえられるよう一鍵いっけん弾いた感触やハンマーが弦に当たる具合を確かめて作業を進めます。鍵盤の高さや深さの微調整もこの工程で行います。アクション全体を何度も引き出して確認するなど、全体で千を超える調整項目があるそうです。



一台ずつ整音作業を行う個室

出荷直前の整音工程では、豊かな音色になるよう、ハンマーの形や硬さが調整されて、製造工程の全てを終えます。



グランドピアノ 50 台を一同に収められるピアノ研究開発用ホール

ヤマハピアノの歴史は 1887 年のオルガン修理に始まり、1900 年に入るとアップライトピアノ・グランドピアノの製造を手掛けていたという歴史あるブランドです。ヤマハの音楽や音に対する情熱は、オーディオ製品にも受け継がれていることは言うまでもありません。今回のピアノ工場見学を通じて、良い音・良い音楽を追求していくオーディオへのヒントを少しでも感じる事が出来れば、との思いから見学に参加しましたが、思っていた以上に誠実なモノづくりの現場であり、また若い匠（職人さん）の生きいき活躍する現場にとっても感動しました。

ヤマハピアノの製品ラインナップは種類が多いですね、との質問に対しては、それでもひと時よりも整理して絞られてきているとのことで、現在グランドピアノは CX シリーズで煌めきのある明るめの音に仕上がっており、弾いていて気持ち良いと感じてもらえるピアノであるのに対し、1990 年代に製造打ち止めされた G シリーズは一般におとなしめの落ち着いた音という評価で、学習者にとって演奏技術、音づくりを学ぶには適したピアノと人気のモデルだったそうです。

ショパンコンクールでもヤマハのピアノで演奏して上位入賞者がでるなど、最高のピアノを作りたいという思いの開発陣の努力が、近代になって見えるようになってきました。設計フィードバックのために年間数名の著名ピアニストを掛川へ呼び寄せて、開発検討試作機や現行モデルの試弾をお願いしているのも、開発への真摯な思いを具現化したもので、あくなき音への追求姿勢を感じます。

…井筒香奈江さんはこの 9 月にニューアルバムをリリースされましたが、ジャケット写真に写っているアップライトピアノはヤマハですね。

井筒 わたしはピアノが弾けないのですが、ピアノの持つ音が大好きです。しかも響き過ぎないピアノの音が好きなんです。録音に使ったこのアップライトピアノは皆さんも経験してきていると思うのですが、家庭で普通に鳴っていて耳にする音なんですね。そんな音色を持つヤマハが大好きです。キラキラ響き渡る音は、わたしの声質には合わない気がします。

…今日の工場をご覧になってどのような感想をお持ちになりましたか。

井筒 わたしはレコーディングにしても CD を仕上げるにしても、頑張っている感じを前面に出したくないのです。それは決して努力しない、という訳ではなくて、さりげない中で、聴いてくださるリスナーの方に感じ取って頂ければ。ヤマハピアノの音は前面に押し出すような決して派手な音ばかりではない部分が気に入ってレコーディングに使っていますが、今日工場で匠の皆さんの作業する姿を拝見して、内に秘めている情熱が醸し出す音色なのだと気付きました。



見学者全員で記念撮影

井筒香奈江（いづつ かなえ）

ソロシンガー&70年代の楽曲を中心にカバーするユニット「LaidbacK」のボーカルとして活動中。2011年、昭和の日本語曲をカバーしたソロアルバム「時のまにまに」をリリース。2013年リリースの「時のまにまにⅢ～ひこうき雲～」よりハイレゾ配信販売を開始。e-onkyo music で売上ランキング 1 位を獲得。以降発売したアルバムがハイレゾ配信（e-onkyo music）、CD・アナログ盤（diskunion）の売り上げランキングで1位を獲得。2016年には映画「キリマンジャロは遠く」の主題歌「A Desperate Man」を収録した6枚目のソロアルバム「リンデンバウムより」を発売。ハイレゾ大賞9月度のe-onkyo music 代表作品に選ばれる。

ライブ活動の他、オーディオ業界のトークイベント等でも活動中。



JAS Information

「音の日」行事のご案内

2016年12月6日(火)開催

会場：東京 目黒 雅叙園

平成28年度「音の日」行事を開催します。

日本オーディオ協会はトーマス・エジソンがフォノグラフを発明した1877年12月6日にちなんで、1994年に日本レコード協会、日本音楽スタジオ協会等と共に「音の日」を制定し、毎年この日に「音の匠」顕彰、「日本プロ音楽録音賞」授賞式、「音の日のつどい」などの記念行事を行っています。また、本年も引き続き「学生の制作する音楽録音作品コンテスト」を行います。皆様のご来場をお待ち申し上げます。

■ 開催日：平成28年12月6日(火)

■ 会場：東京 目黒 雅叙園 東京都目黒区下目黒1-8-1 Tel：03-3491-4111

アクセス>> <https://www.megurogajoen.co.jp/access/index.html/>

■ 平成28年度「音の日」行事スケジュール

◇ 学生の制作する音楽録音作品コンテスト

12月6日(火) 14:00~15:45 3F「ペガサス」の間 (参加自由)

「学生の制作する音楽録音作品」の優秀作品表彰とその作品に関するパネルディスカッションを行います。

◇ 「音の匠」顕彰式・特別講演会

12月6日(火) 16:00~17:30 3F「ペガサス」の間 (参加自由)

第21回目にあたる本年度は、長年にわたる「音叉製作」の研究を通し音楽業界は勿論のこと医療機器業界等広範な応用を提案され、その高精度化と多用途化に向け大いなる努力と洞察を深められた、本田 泰(ゆたか)氏を「音の匠」として顕彰いたします。顕彰式に続いて本田 泰氏の特別講演会を行います。

◇ 第23回日本プロ音楽録音賞 授賞式 (招待制)

12月6日(火) 15:00~17:30 3F「カシオペア」の間

優秀作品を制作した録音エンジニアを表彰します。

主催：第23回日本プロ音楽録音賞運営委員会

◇ 「音の日のつどい」パーティー（参加費 6000 円 / ただし会員もしくは特別招待者は会費無料）

12月6日（火）18：00～20：00 2F「華つどい」の間

「音の匠」・「日本プロ音楽録音賞受賞者」を祝して、一般社団法人日本オーディオ協会、一般社団法人日本音楽スタジオ協会、日本ミキサー協会、一般社団法人日本レコード協会、演奏家権利処理合同機構 MPN 共催の「音の日」記念パーティーを行ないます。

交流・懇親の席に是非ご参加ください。

■ 参加の申し込みについて

「音の匠」顕彰式・特別講演会、「学生の制作する音楽録音作品コンテスト」表彰式、「音の日のつどい」に参加ご希望の方は、メール、電話または FAX にて事務局にお知らせください。

一般社団法人 日本オーディオ協会 事務局

電話 (03-3448-1206) FAX (03-3448-1207)

E-Mail : jas@jas-audio.or.jp

多くの皆様のご来場をお待ちしております。