

埼玉会館 前川國男建築セミナー 第9回 講演記録

* 本文及び写真資料等の無断使用はご遠慮ください。

『前川國男が愛した音楽とホール音響へのこだわり』

2022年9月24日（土） 13:30～16:00

主催：公益財団法人埼玉県芸術文化振興財団

協力：株式会社前川建築設計事務所

株式会社永田音響設計

埼玉オペラ協会

第一部「音楽・オペラを愛した前川國男」

橋本 功（株式会社前川建築設計事務所 代表取締役所長）

デモ演奏：「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on オペラストage

中前 美和子(ソプラノ)、菅原 千明(ソプラノ)、持木 弘(テノール)、
笹倉 直也(バリトン)、八木 智子(ピアノ)

第二部「建築音響設計から見た各地の音楽ホールと埼玉会館」

福地 智子（株式会社永田音響設計 取締役）

第三部 デモ演奏と出演者トーク

「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on コンサートステージ



埼玉会館 前川國男 建築セミナー 第9回

前川國男が
愛した音楽と
ホール音響への
こだわり

9.24
(SAT)
13:30~16:00
(開場 13:00)

埼玉会館
大・小ホール
受付▶大ホールロビー

入場無料・定員 300 名
(要事前申込)

QRコード
www.saf.or.jp

SAITAMA
ARTS
FOUNDATION

主催 (公財) 埼玉県芸術文化振興財団
協力 株式会社前川建築設計事務所
株式会社永田音響設計
埼玉オペラ協会

セミナープログラム

- 「音楽・オペラを愛した前川國男」
橋本 功 氏 (株式会社前川建築設計事務所)
- 「建築音響設計から見た各地の音楽ホールと
埼玉会館大ホール」
福地 智子 氏 (株式会社永田音響設計)
- 出演者トーク
「木に包まれた音響空間の心地よさは」
- 協力演奏：埼玉オペラ協会

埼玉会館 前川國男 建築セミナー 第9回

前川國男が愛した音楽とホール音響へのこだわり

2022.9/24 (土) 13:30 ~ 16:00 (開場 13:00)
埼玉会館 大・小ホール 定員 300 名 入場無料 (先着順・要事前申込)
※ 2つのホールを移動してセミナーを行います。受付は大ホールロビーとなります。

埼玉会館 彩発見

出演

橋本 功 (はしもといさお) 株式会社前川建築設計事務所 代表取締役所長

1945 年神奈川県生まれ、1970 年日本大学理工学部建築学科卒業後 (株) 前川國男建築設計事務所入所、1994 年 (株) 前川建築設計事務所取締役、2000 年代表取締役に就任、現在に至る。
担当した主な作品は、福岡市美術館 (1979)、埼玉県立自然史博物館 (1981) (現・埼玉県立自然の博物館)、国立音楽大学講堂 (1983)、国立音楽大学付属幼稚園 (1984)、付属中・高等学校増築 (1995)、付属小学校 (2008) 千葉県東総文化会館 (1991)、埼玉県児玉町総合文化会館 (1995)、など。
この間、弘前市から熊本県までの、使われている全国の前川建築の保全改修や前川建築に関する様々な活動に精力的に係り続けている。

福地 智子 (ふくち としこ) 株式会社永田音響設計 取締役

1952 年東京都生まれ。1975 年 3 月九州芸術工科大学 (現、九州大学) 芸術工学部音響設計学科卒業、同年 4 月 (株) 永田建築音響設計事務所 (現、(株) 永田音響設計) 入社。1994 年 9 月同社取締役就任。武蔵野音楽大学パッサール、国立音楽大学講堂、カザルスホール、すみだトリフォニーホール、東京芸術大学音楽堂、トッパンホール、めぐろパーシモンホール、まつもと市民芸術館、茅野市民館、杉並公会堂、歌舞伎座、フェスティバルホール (大阪)、台中国家歌劇院 (台湾)、アルゲリッパハウス (大分) などの音響設計を担当。

埼玉オペラ協会 HP : <https://saitamaopera1980.wixsite.com/musica>

埼玉オペラ協会は「郷土に根ざしたオペラ創り」をスローガンに、地域文化の一端を担うべく、1980 年に創立しました。当協会は、声楽家だけで構成され、会員はオペラにキャスト・合唱として出演することのみならずスタッフとして制作・経理・事務・広報・雑務等、運営のほとんどを力を合わせて行っています。
埼玉県芸術文化振興財団とは諸井誠芸術監督時代に 6 事業のオペラを共同制作し、そのうち 5 本を彩の国さいたま芸術劇場で、6 本目の「ヘンゼルとグレーテル」は埼玉会館大ホールでも上演しています。
この 2 年は新型コロナウイルスの影響で、中止せざるを得ない演奏会もありましたが、感染防止につとめながら、できる活動を続けてまいりました。今年 5 月に延期になっていた創立 40 周年記念公演「泥棒とオールドミス」を彩の国さいたま芸術劇場小ホールで開催しました。

目次

第一部 「音楽・オペラを愛した前川國男」

梁田 貞（やなだ ただし）との出会い・・・3

音楽堂はそれ自体、1 個の楽器・・・4

内装の変遷、木からコンクリートへ・・・5

デモ演奏：「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on オペラステージ・・・6

第二部 「建築音響設計から見た各地の音楽ホールと埼玉会館」

永田穂と前川國男の出会い・・・9

音響評価の11項目と演奏者の「慣れ」・・・9

音響設計とは、反射音の制御・・・10

残響時間の制御で音響設計されたボストン・シンフォニー・ホール・・・11

世界の三大名ホールはシューボックス型・・・12

「残響時間 2 秒」のわけ・・・12

ヘルムホルツの吸音構造とは・・・13

音像の定位を制御するハース効果・・・14

明瞭性の要求に応えた音響設計の時代と多目的ホール・・・14

長い残響のコンサートホールができ始めた80年代・・・15

残響音より0.08秒までの初期反射音の状態が、聞こえ方に大きく影響・・・15

クラシック・コンサートホールで好まれる「温かい響き」とは・・・16

カラヤンの希望から誕生したヴィニヤード型コンサートホール・・・17

多目的ホールの最新状況・・・18

天井高を変えて残響時間を制御・・・18

設計段階では50回のシミュレーションで天井や壁や形状を検討・・・19

拡散のためのデコボコ事例・・・20

埼玉会館小ホールの上に向いた側壁は、前川國男の感性によるもの？・・・20

椅子も大きな吸音の要因・・・21

舞台の床材、張り方でも音は変わる？・・・22

残響時間は1.5 秒でも反射音が豊かな埼玉会館大ホール・・・22

「いい音」は、視覚と聴覚で総合的に感じる評価・・・24

第三部 デモ演奏と出演者トーク

「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on コンサートステージ・・・25

「音楽と木に包まれた空間音響」・・・25

歌手にとって反響板は歌いやすい環境に・・・26

役になりきれ舞台と観客との一体感が得られる舞台・・・26

埼玉会館の大ホールも完成形のひとつ・・・27

音の良さは建築的な見た目も大きな要素・・・28

第一部 「音楽・オペラを愛した前川國男」

橋本 功（はしもと いさお）株式会社前川建築設計事務所 代表取締役所長

1945年神奈川県生まれ。1970年日本大学理工学部建築学科卒業後（株）前川國男建築設計事務所入所、1994年（株）前川建築設計事務所取締役、2000年代表取締役に就任、現在に至る。担当した主な作品は、福岡市美術館(1979)、埼玉県立自然史博物館(1981)（現・埼玉県立自然の博物館）、国立音楽大学講堂(1983)・付属幼稚園(1984)・付属中・高等学校増築(1995)・付属小学校(2008)、千葉県東総文化会館(1991)、埼玉県児玉町総合文化会館(1995)など。この間、弘前市から熊本県までの、使われている全国の前川建築の保全改修や前川建築に関する様々な活動に精力的に係わり続けている。

本日はこのタイトルにございますように「前川國男が愛した音楽とホール音響へのこだわり」と題して、始めに私の方から、お手元にございます資料を見ながら、また画面を見ながら、「前川がオペラ好きになったのは何だろうか？」あるいは「ホールに込めた想いはどんなだったろうか？」それを簡単にご説明いたします。そのあとで今度は小ホールで「音響」という問題についてお話しする。それから、その間に埼玉オペラ協会の皆さんの素晴らしい歌声を聴くという構成になっているということでございます。

梁田 貞（やなだ ただし）との出会い

まず、この写真は前川が9歳、小学校3年生の時の写真です。前川が長男でしたので一番大きい、このバイオリンを弾いているのが前川です。ピアノを弾いているのが、次男の信夫です。それから歌っているのが、三男の春雄です。ご承知のように、この三男は、のちに第24代日銀総裁になりました前川春雄。「前川レポート」でご存じだと思います。



1918年、大正7年、前川が13歳の時に、現在の日比谷高等学校の前身になります東京府立第一中学校に入学いたします。このころの音楽の先生が、梁田貞さんという先生です。梁田貞さんはご存じのように、「城ヶ島の雨」や「どんぐりころころ」を作曲した作曲家であります。またテノール歌手としても知られた声楽家で、1912年頃からこの府立第一中学校で教えておりました。風貌から「ライオン先生」という名前と呼ばれており、この梁田貞さんの影響で、実は前川の音楽好きが開花したと言われております。

お手元の資料を開いていただきますと、前川がいろいろなところで書いている文章がございます。例えば、この「私とオペラ」。全部読んでみると大変なので抜粋します。

「私がはじめて浅草の駒形劇場という芝居小屋で、はじめて生のオペラをきいたのは、もはや半世紀以上の昔のことになってしまった。その時の演目は、マスカーニのカヴァレリア・ルスチカーナ。配役はつい先日亡くなられた原信子さんのローラ、清水静子さんのサ

ントウツァ、清水金太郎の馬車屋の親父アルフィオ、それにトゥリッドゥをやったのが田谷力三さん。あの前奏曲の中で歌われる「シチリーアーノ」が幕の中から聞こえて来ると、私はもうすっかりオペラの魅力の虜になってしまった。」

という文章があります。そしてその次ですね。

「かつて中学校で音楽の時間に担当の梁田貞先生がライオンの様な長髪をフルワセて聞かして下さった「リゴレット」のテノールのアリアや「女心の歌」以来あこがれていた生のオペラに手もなくすっかり「とりこ」となった私は、以来約半世紀の間に、聞いたオペラの数はずっと数えても40を越す有様である。」

という文章を残しております。

音楽堂はそれ自体、1個の楽器

それから次ですね。これはわたくし自身もとても好きな文章のひとつなんですけれども、一部抜粋してお話ししますと、

「月光に青白く浮かぶ高い塔、寺院の内陣から照らされて、くらやみのなかに美しく透けて見えるステンドグラス。夜空をふるわして、広場の鐘の素朴な、澄みきった音がきこえてくると、ほんとに「文明とは何だろう」と改めてわが胸に問いかけずにはいられないほどの感動におそわれた。」

ヘルムート・ワルハの演奏するバッハのハ短調のパッサカリア、ドイツ随一といわれる、この盲目のオルガニストの演奏をする透きとおったバロックオルガンの音を聴いていると、私はいつもあのミケランジェロのマドンナがほの白く浮かぶノートルダム寺院の内陣で、この曲にききほれたこと思い出す。」

この前後にいろいろ文章があるんですけども、僕は、この辺りがとても好きなところですね。

それから次ですね。「東京文化会館の10年」という文章のなかで書いているものがございます。これは1975年5月の東京文化会館の月報「がいど」に載っている文章です。

「毎年、桜の花の咲く季節になると、この東京文化会館の「落成式」の頃を思い出します。ロンドンのサドラーズ・ウェルズ舞踊団のプリマ・バレリーナ、マーゴット・フォンテンの「ジゼル」で幕の開けられた「こけら落とし」から早くも10年の歳月が過ぎ去りました。・・・「音楽堂」とは、音楽を演奏し、それを鑑賞する建物であることにはわかりきった話ですが、同時に音楽堂はそれ自体、1個の楽器でありましょう。楽器にはそれぞれ個性的な音があると同時に音楽堂にもいろいろ個性的な響きがするはずです。」

この辺りをあとで、音響の専門家の福地さんに話をお伺いしたいと思いますが。

「「残響時間」とか「音圧」とか「エコー」とか「フラッターリング」とか種々むづかしい音響設計上の理論にもとづいて科学的な精緻な音響上の設計が進められて音楽堂ができたのですが、その様にしてできたものが果たして作曲家の意図した響きを忠実に再現できるのかどうか随分むづかしい問題だと思えます。」

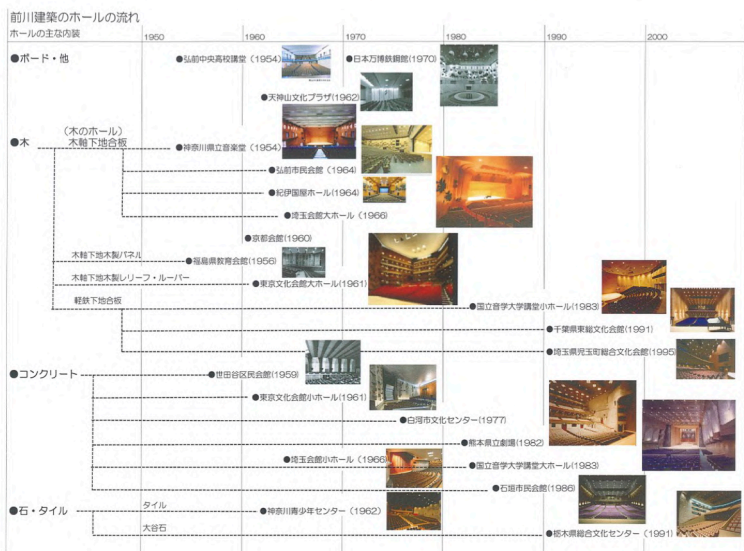
前川は、さまざまなホールを造っているんですけども、そのたびごとに音響家のいろいろな意見を聞きながら、一緒にやってるんです。それでもなお、「音楽堂とはそういうものなんだろうか」という疑問を常に持っていたわけですね。

小夜曲っていうのはモーツァルトのケッヘル525番、アイネ・クライネ・ナハト・ムジーク。小さな夜の曲、いわゆるセレナーデなんですけれども。

と述べております。これらの文章の中からは当然音楽、オペラが好きでたまらないという前川の心情と同時に、ホールの響きに対して、いつも「これでいいんだろうか。もっとうまい方法はないんだろうか」ということをいろいろ考え抜いている前川の姿が目に見えます。

これは全国にある前川建築のホールの一覧です。日本地図上に示しています。北は弘前の市民会館、南は石垣島の市民会館までがずらっとありますね。19ヶ所のホールが、現在も現役で使われております。

埼玉会館は、1954年の神奈川県立音楽堂の流れをくむ下地、仕上げ共、木のホールの系統であります。それから、コンクリートの内装で出来ているコンクリートの流れというものがあります。最終的には熊本県立劇場の、やはりコンクリートで出来ている素晴らしい



ホールは楽器であります。また、ホールにはそれぞれ固有の響きがあるというのが、前川の持論であります。皆さん、これから埼玉会館のホールの響きがどのように創り出されているか、聴きながら感じていただければ幸いにございます。

- 5 -

史、あるいは前川がホールに寄せる思いを簡単ではございますが、述べさせていただきます。こうしたことを頭に入れながら、今日のセミナーを楽しんでいただければと思います。どうもありがとうございました。

デモ演奏：「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on オペラステージ

小澤（司会）：続きまして、埼玉オペラ協会の皆様にデモ演奏として、オペラの1曲を歌っていただきます。まず第一部でお聞きいただくのは、この舞台、オペラ形式といいますが、舞台の前にはオーケストラピット、本日は素敵なピアノの伴奏でお届けいたしますが、ここにはオーケストラが入って演奏したりします。そして舞台、本当はオペラですと、大道具とか小道具とか、舞台の背景になるものを置くのですが、今回は舞台の背景を、オペラの曲に合わせて当館で作った画像を投影させていただきます。

それでは、埼玉オペラ協会の皆様、どうぞよろしくお願いいたします。

埼玉オペラ協会

埼玉オペラ協会は「郷土に根ざしたオペラ創り」をスローガンに、地域文化の一端を担うべく、1980年に創立しました。当協会は、声楽家だけで構成され、会員はオペラにキャスト・合唱として出演することのみならずスタッフとして制作・経理・事務・広報・雑務等、運営のほとんどを力を合わせて行っています。埼玉県芸術文化振興財団とは諸井誠芸術監督時代に6事業のオペラを共同制作し、そのうち5本を彩の国さいたま芸術劇場で、6本目の「ヘンゼルとグレーテル」は埼玉会館大ホールでも上演しています。

この2年は新型コロナウイルスの影響で、中止せざるを得ない演奏会もありましたが、感染防止につとめながら、できうる活動を続けてまいりました。今年5月に延期になっていた創立40周年記念本公演「泥棒とオールドミス」を彩の国さいたま芸術劇場小ホールで開催しました。

中前 美和子（なかまえ みわこ）＜ソプラノ＞

梅光女学院高校音楽科、国立音楽大学声楽科卒業。植木佳氏、宮副芳通氏に師事。オペラでは「フィガロの結婚」伯爵夫人役、「オテッロ」デズデーモナ役、「アイーダ」アイーダ役、「蝶々夫人」蝶々夫人役、「修道女アンジェリカ」アンジェリカ役他出演。2020、2022年にリサイタル開催。埼玉オペラ協会理事。

菅原 千明（すがわら ちあき）＜ソプラノ＞

東邦音楽大学声楽科卒業。三室戸貴光教授記念奨励賞受賞。メリーウィドウ、椿姫、ラ・ボエーム、愛の妙薬、蝶々夫人などに出演の他、国内外に於いて多数の演奏会、リサイタルを開催。2005年ルーマニア国立ヤシ歌劇場では、ラ・ボエームのミミ役でデビュー。埼玉オペラ協会理事。

持木 弘（もちき ひろし） <テノール>

東京藝術大学声楽科卒業。酒井弘、天野秋雄の両氏に師事。第20回日伊声楽コンクール入選。第53回日本音楽コンクール声楽部門入選。第18回ジローオペラ賞受賞。平成24年下總皖一顕彰特別賞受賞。藤原歌劇団団員。埼玉オペラ協会会員。

笹倉 直也（ささくら なおや） <バリトン>

武蔵野音楽大学卒業、同大学院修了、ウィーン国立音楽大学オペラ科卒業。数多くのオペラ、コンサートに出演。二期会会員、東京オペラプロデュースメンバー、埼玉オペラ協会会長。

八木 智子（やぎ ともこ） <ピアノ>

東京音楽大学ピアノ演奏家コース卒業、同研究科修了。リサイタル、合唱団演奏会等の共演を始め、各地のオペラ団体の音楽スタッフとして活躍している。現在、東京音楽大学非常勤講師、同付属高校講師。二期会ピアニスト。東京室内歌劇場会員。東京アカデミッシェカペレ、新都民合唱団、中野区民合唱団他ピアニスト。平成12年度文化庁インターンシップ芸術研修員。

笹倉：皆様こんにちは。埼玉オペラ協会の会長をしております笹倉直也と申します。本日はこのような機会に恵まれて、こうやってここで歌って、後半もまた歌って、その響きの違いを我々自身も楽しみながら体験させていただきたいと思っております。

今日、演奏いたします「ラ・ボエーム」という曲なんですけれども、プッチーニの作曲した、お金のない若者たちがお互いに助け合いながら生活をしているボヘミアンのお話で、僕が演じるのが画家のマルチェッロ、そちらのテノールの持木弘さんがロドルフォです。そしてこちらがミミの役の中前美和子さんです。そして僕のマルチェッロの恋人役ムゼッタを演じます菅原千明さんです。そして、オーケストラピットの中で、本当はオーケストラがいるんですけど、今日はピアノをお願いしております、ピアノの八木智子さんです。

若者たちが恋愛をして、お金がないながらも、やっぱり愛にもいろんな愛の形があって。ミミとロドルフは互いに優しい気持ちを持ちながら静かな恋をする二人と、マルチェッロとムゼッタはちょっと過激な喧嘩をしながらも、喧嘩する夫婦も仲がいいというそういう恋人同士の二人の、恋の四重唱なんですけれども、二組の愛の二重唱、二重唱で四重唱になるっていう形のところを、こういう形で演奏するときにはちょうどいい場面ではないかと思って今日演奏することにいたしました。

二組がそれぞれ違う場所で違うふうに音楽を歌っていくわけなんですけれども、それがこの舞台だと立体的な感覚で、あたかも四人が一緒に歌ってひとつの言葉を歌っているかのような感じですけど、言ってる内容はそれぞれ違う内容を言っているというところを感じ取っていただけたら、このホールの素晴らしさがちょっとわかってくるんじゃないかと思っています。

それでオーケストラピットについてなんですけど。今、ここのピアニストは皆さんの方から見えますか？見えませんね、我々からは見えるんですよ。当たり前ですね。それで本

当は、そこの真ん中に指揮者という指揮する人が我々の方を向いてこう指揮をして。お客さんにとってみたら、ステージの上にオーケストラがいて指揮者がいたら、もうどこを見ていいかわからないですよ。舞台に集中していくために、オーケストラは下の方に沈んでいる。オーケストラピット。ドイツ語ではオーケストラのグラブェン、墓場っていう意味なんですけど。舞台の下で静かにうなってるっていうそんなオーケストラピットを使った演奏会っていうのは少ないと思うんですけど、今日は非常に貴重な体験のひとつとして、このオーケストラピットっていうものを体験していただきたいと思います。

それで1点、よく聞かれることなんですけど、我々はここで歌っています。今、僕はマイクを使って喋っているわけなんですけれども、実際、歌う時はマイクは使っていません。オペラ歌手ってマイクをつけてるんじゃないかなと思った人はいませんか？我々はマイクなしで大声を張り上げておりますので、そのことをご理解ください。よく、「先生、あのう、どこにマイクつけてるんですか？」って聞かれる時があるので、ちょっとそのことだけ、お伝えしたいと思います。

では、我々の演奏、オペラ、プッチーニ作曲「ラ・ボエーム」より第三幕で歌われる四重唱の場面です。

<デモ演奏>



小澤：埼玉オペラ協会の皆様、ありがとうございます。大変素晴らしい歌声で、私も感動して聴かせていただきました。この後、また第三部でも埼玉オペラ協会の皆様には演奏を披露していただきますので、お楽しみになさってください。

第二部 「建築音響設計から見た各地の音楽ホールと埼玉会館」

福地 智子 (ふくち としこ) 株式会社永田音響設計 取締役

1952 年東京都生まれ。1975 年 3 月九州芸術工科大学 (現、九州大学) 芸術工学部音響設計学科卒業、同年 4 月 (株)永田穂建築音響設計事務所 (現、(株)永田音響設計) 入社。

1994 年 9 月同社取締役就任。武蔵野音楽大学バッハザール、国立音楽大学講堂、カザルスホール、すみだトリフォニーホール、東京藝術大学奏楽堂、トッパンホール、めぐろパーシモンホール、まつもと市民芸術館、茅野市民館、杉並公会堂、歌舞伎座、フェスティバルホール (大阪)、台中国家歌劇院 (台湾)、アルゲリッチハウス (大分) などの音響設計を担当。

※文中に参考としてURLを記載しました。併せてご覧ください。

永田穂と前川國男の出会い

永田音響設計の福地と申します。先ほど橋本さんのお話の中で、前川先生が「音響設計って何なの？」みたいなお話しがありましたが、私も同じようなことを感じる事がよくあります。事務所の中では常々、「演奏者の技量によって素晴らしい演奏が披露されれば、どんなにプアな音響設計のホールでも、素晴らしいものになる」というようなことを話したりもしています。ただ、このセミナーにいらっしゃっている多くの方々は、ホールで音楽を聴かれたりお芝居をご覧になったりすることがとてもお好きな方々だと思うので、次にホールに行ったときに「これってこんな風なことも考えてやっているんだなあ」と、今日お聞きになった話を思い出していただけると嬉しいなと思っています。

「永田音響設計」は、国内のみならず海外でも、コンサートホールや劇場など多くの施設の音響設計をやっている事務所です。弊社の創設者である永田穂 (ながた みのる) がNHK技術研究所の音響部にいた頃に、東京文化会館の音響設計に携わっていたのですが、その時に前川先生とのお付き合いが始まりました。その後、1971年にNHKを退社し、1974年に永田穂建築音響設計事務所を設立しました。東京文化会館でのお付き合いがあったことから、東京文化会館の改修をはじめとして多くのホールの音響設計をやらせていただいています。永田もとても音楽が好きで、前川先生が気に入ってくださったのは、音響の話ばかりではなく音楽のお話が楽しくできたためではないかと、密かに私は思っています。

それでは、いくつか音響設計を実施したホールを紹介したいと思います。日本のみならず、中国や韓国、欧米のホールの音響設計もやっております。また、コンサートホールのような音楽専用ホールもあれば、歌舞伎座のような劇場の音響設計もやっています。詳細は、ホームページ<<https://www.nagata.co.jp/sakuhin/index.html>>をご覧ください。

ただ、こちらの埼玉会館は竣工当時は弊社の音響設計ではなかったのですが、先日行った改修設計では協力をさせていただいております。

音響評価の11項目と演奏者の「慣れ」

聴衆演奏音に対する音響効果

- ① 適切な音量感
- ② 大音量でも余裕を感じられる
- ③ 適切な残響
- ④ ホールが鳴っている感じ、空間感
- ⑤ 低・中・高音の響きのバランス
- ⑥ アンサンブル（特に弦楽器）のきれいさ
- ⑦ オーケストラ演奏で各パートのバランス
- ⑧ 特にオーケストラ演奏において低音に支えられた安定した響き
- ⑨ 音源に対しての音響的な距離感、演奏音の親密感
- ⑩ 音源の位置、音像の定位、輪郭が明瞭であること
- ⑪ 各楽器の音色のディテールが聞き取れること

③④⑤⑧ 空間の音響特性に関連
⑥⑦⑩ 演奏者の技能や慣れにも関連？

コンサートの帰りにお友達と「今日の演奏はよかったね」などとお話しされたりすると思います。満足した時はいいのですが、「なんかちょっと今日はよくなかったね」と言う時は、何が足りなかったのか、音量が、響きが、というように、演奏だけではなくホールの音響についても評価をなさったりするのではないのでしょうか。そこで、演奏を聴きながら考えているであろうことをここに挙げてみました。

概要は、次のようなことでしょうか。①音量感、②余裕のある響き、③残響、④ホールが鳴っている感じ、⑤低音から高音までのバランス、⑥アンサンブルのきれいさ、⑦各楽器のバランス、⑧低音の響き、⑨親密感、⑩定位の良さ、⑪音色のディテールなど。

まず、必ず不満が残るのは、音が小さいということでしょうか。そして、大きな音量で音がサチる(*1)感じがする時は、うるさい印象になります。残響が短い、長いというのは、評価するときに最もよく使われる言葉かと思います。大きな音が出ていても、ホールが鳴っていない印象のホールもあります。室内楽やオーケストラ演奏では、音程や音量の異なる楽器のバランスやアンサンブルのきれいさ、楽器の定位の良さも大事です。またオーケストラ演奏では、低音楽器がきちんと聞こえると安定感のある響きになるので、低音がきちんと聞こえるかはとても重要です。そして、ホールによっては舞台に近い席なのに舞台を遠く感じたり、遠い席なのに音の印象は近く感じる場合があります。これが親密感です。音響的な距離感が視覚的な距離よりも近い方が音響的にはプラスの印象でしょうか。

これらの評価に関連するのは、ホールの音響特性もあれば、演奏者の技量もあります。演奏者の技量には、ホールに慣れているかどうかということも含まれます。この「慣れ」というのはとても重要で、リハーサルのはじめと終わりでは、音が変わってくることがよくあります。特にプロの方々には、ホールの響きに合わせて音を作り上げていかれるので、その影響は無視できません。

舞台上の演奏者の評価としては、自分の音はもちろん、他のパートの音が聞き取れることはアンサンブルの良さにもつながるので、とても重要です。以前、大阪フィルハーモニー交響楽団のマエストロ朝比奈隆さんは「指揮者の位置では、いろいろなパートの音が聞き取りにくいホールが多い」と、よくおっしゃっていたと聞いて、それじゃいけない、しっかり舞台上の音響のこともやらなくては、と考えたりしていました。

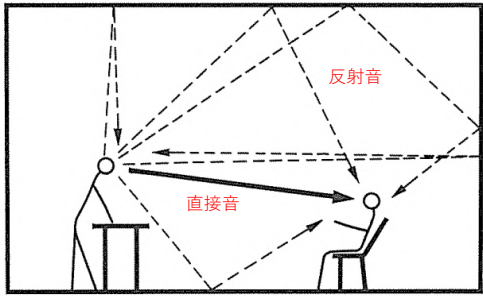
(*1)サチる：音が空間内で飽和して、潰れたように聞こえる状態。saturationが語源

音響設計とは、反射音の制御

それでは、「室内音響設計」とはどのようなことを取り扱うのか。

全く何もない野っ原で大きな声を出すと、その人から離れていくにつれて声がだんだん小さくなります。野っ原では地面以外には何も音を反射するものがないので、直接音しか届きません。一方、ホールのような壁や天井で閉ざされた空間では、天井や壁などのいろ

室内音場（直接音と反射音）

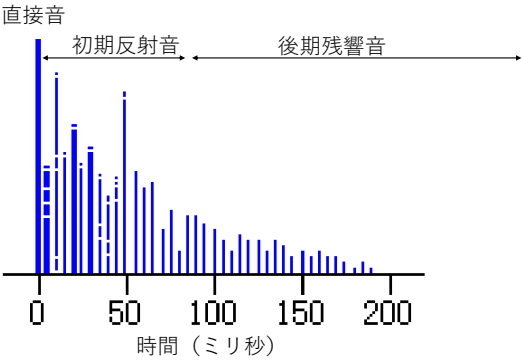


➤ 音源からの直接音と天井や壁からの反射音で構成される。
→音響設計：反射音の性状をコントロールして、好ましい音響条件を作る。

「音響設計」とは、言ってみれば、この反射音をどのようにコントロールするかということでしょうか。このように話すと、簡単そうじゃない？と思われるかもしれませんが、実はわからないことばかりなんです。

これは、室内で聞いている音の時系列です。まず、音源から直接音が届きます。その後、天井や壁からの反射音が次々に到来します。この直接音のすぐ後の反射音は、特別に「初期反射音」と呼びます。最近でこそ、この初期反射音に光が当てられていますが、以前は、残響時間が長すぎて会話ができない、ということが多かったりしたので、「残響時間」の方が注目されていたかと思います。今日は、この「残響時間」と「初期反射音」のお話をしたいと思います。

反射音の時間的なパターン



残響時間の制御で音響設計されたボストン・シンフォニー・ホール

ミラノのスカラ座以降ですが、いろいろなホールの完成した年代をまとめてみました。前川先生が設計されたホールを太字で表しています。神奈川県立音楽堂が1954年、世田谷区民会館が1959年です。京都会館、東京文化会館、神奈川県立青少年センター、弘前市民会館、そして埼玉会館が1966年になります。

この頃の音響設計の技術は？というと、先ほどお話しした残響時間です。アメリカのセイビン (Wallace Clement Sabine) という

方がハーバード大学にいらして、残響時間の考え方を編み出しました。大学のフォグ・ミュージアム内の講義室で、残響が長すぎて何を話しているか聞き取れないということがあって、改修設計の依頼を受けたことから、その研究がもとで残響式ができました。そし

室内音響研究とホール

Sabine 残響式

Haas効果、初期反射音 (明瞭度)

1775	ミラノ スカラ座
1870	ウィーン 楽友協会大ホール
1875	パリ オペラ座
1876	パイロイト 祝祭劇場
1888	アムステルダム コンセルトヘボウ
1900	ボストン シンフォニーホール
1927	日比谷公会堂
1951	ロンドン ロイヤルフェスティバルホール
1954	神奈川県立音楽堂
1958	大阪 フェスティバルホール
1959	ボン ベートーベンザール
1959	世田谷区民会館
1960	京都会館
1961	東京文化会館
1962	神奈川県青少年センター
1963	ベルリン フィルハーモニー
1964	弘前市民会館
1966	埼玉会館
1973	シドニーオペラハウス
1973	NHKホール

て、その頃、設計が始まったボストン・シンフォニーホール<<https://www.bso.org/symphony-hall/visit>>に、この残響式の考え方が導入されたということです。

世界の三大名ホールはシューボックス型

世界の三大名音楽ホールと言えば、必ず出るのが、ウィーンの楽友協会大ホール<<https://www.musikverein.at/>>、アムステルダム・コンサートゲボウ<<https://www.concertgebouw.nl/en/verhuur/halls>>、ボストンのシンフォニーホールです。その当時は、この他にも多くのホールがあったと思いますが、音響がよいということや、いろいろな事情でこの3ホールが今まで残っているのだと思います。音響設計をしっかりともしないのかもしれませんが、その当時の流行のデザインが、ちょうどよい音響条件を満たしていたのかもしれません。

いずれのホールも天井が高く、四角い靴箱のような形をしているので、シューボックス形状と呼んでいます。ウィーン楽友協会大ホールの天井は高さ17.4mです。客席の幅は19.8mなので、ほぼ1:1です。よい音響には、天井が高いことが重要といわれる理由です。天井の高さ以外にも、参考になるところは沢山あって、今でも室内音響設計の教科書的な存在になっています。

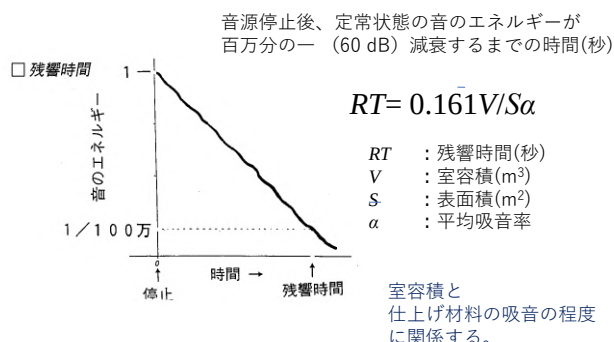
「残響時間2秒」のわけ

セイビン、オルガンパイプから音を出して、室内に吸音材としてクッションを設置しながらその音が徐々に小さくなり聞こえなくなるまでの時間を測りました。クッションが多くなると、聞こえなくなる時間が早くなるので、クッションの数と聞こえなくなる時間を掛け合わせると一定だという考え方で残響式を求めました。その残響式がこれです。RTが

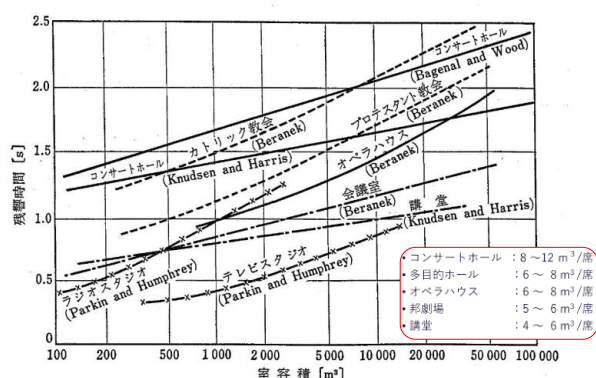
残響時間、Vは室容積、Sは表面積、そして α が平均吸音率です。V/Sはホールの大きさに、 α は内装材料の吸音の程度に関係します。同じような内装材料が使われているならば、容積が大きいほど残響時間は長くなります。

ひと昔前までは、ホールの音響設計の最初の一步は残響時間の計算でした。私も仕事を始めた40数年前は、設計で計算した残響時間がホールが完成した時に測定する数値と合っているかがとても重要なことでした。

残響時間（響きの長さ）



用途別の最適残響時間（中音域、満席時）



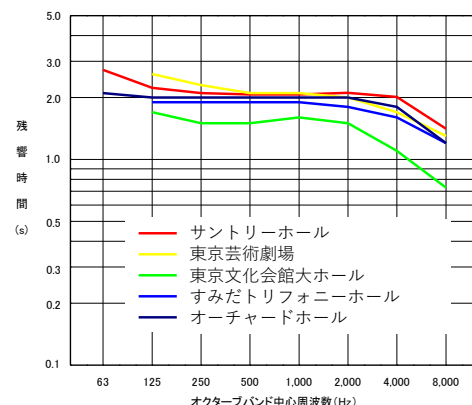
今は、残響時間は、音が聞こえなくなるまでの時間ではなく、音を止めてから音のエネルギーが100万分の1になるまでの時間として定義されています。

世界各地のホールで測定した残響時間の中で、好ましいという残響時間を用途毎にまとめたものがこれです。この中にコンサートホールの表記が2

本あるのですが、提唱している音響学者が異なっていて、調べたサンプルが違っているためです。コンサートホールの設計では、この2本の間を目標値にしながら音響設計を進めるといようなことを長くやっていました。この図を見ると、中音域の残響時間と書かれています。オーケストラが初めに音合わせをする周波数はほぼ440Hzですが、残響時間は500Hzの数字を代表値として表しています。

一方で、残響時間は部屋の大きさに関係するので、残響時間を長くするには大きな容積が必要になります。音響の教科書には、「コンサートホールでは1席あたり8~12m³必要」と書かれています。10m³を確保しようとする、天井の高さはほぼ10m必要になります。必ず必要ということではなく、「まあ、そのくらいあるといいね」といような数字と受けとめてください。なので、2,000席のコンサートホールを計画する場合には、1席あたり10m³とすると20,000m³は必要になります。それで、この図の20,000m³を見ると、「良い」と言われているのが「2秒」位になります。実をいうと、東京周辺の比較的新しい大型のコンサートホールでは、残響時間が500Hzで2秒というのが多いんです。いろんなことをやっていると、この辺りがよかったということですね。東京文化会館は、少し古いので違いますけれども。

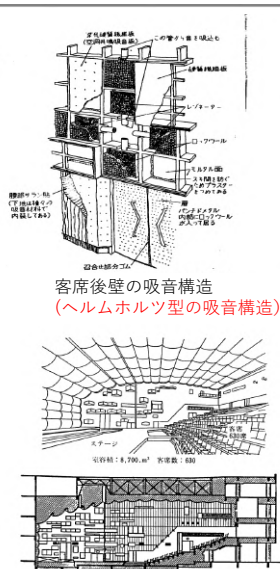
大型のコンサートホールの
残響時間周波数特性（満席時）



ヘルムホルツの吸音構造とは

旧NHKホール

使用期間：1955年～1973年
客席数：630席
室容積：8,700m³



ホールの残響時間を調節するには、吸音材が必要になります。例えば、穴の空いている有孔板の後ろには吸音材が入っていて、それで残響時間を調整したりしています。昔は今のような吸音材はなかったので、例えば、壺や甕などを利用してしていました。これをヘルムホルツの吸音構造と呼びます。

ヨーロッパのゴシック建築の石で造られた教会では、壁の中に壺が埋められていて、それで残響を調整していたようです。東京の目白にあるカトリック教会も、壺が埋められています。このような

吸音によって残響調整をしていたのが、昔のNHKホールです。弊社創設者の永田がNHK技研に在籍する時に、初めて音響設計を行った大きな放送スタジオ、公開スタジオのようなものですが、その残響時間のコントロールはこのヘルムホルツ型の吸音構造を利用してやっていたということです。

このヘルムホルツ型の吸音構造というのは、例えばビール瓶の口をプーッと吹くとポーッという音が鳴ったりします。この鳴る音はそのビール瓶の共鳴周波数で、この音が吸音されます。この周波数は、ビール瓶の胴体の大きさや首の長さ、口の大きさなどで変わりますが、昔のNHKホールでは、まさに胴体に相当する部分を変えて、吸音する周波数を変えていました。

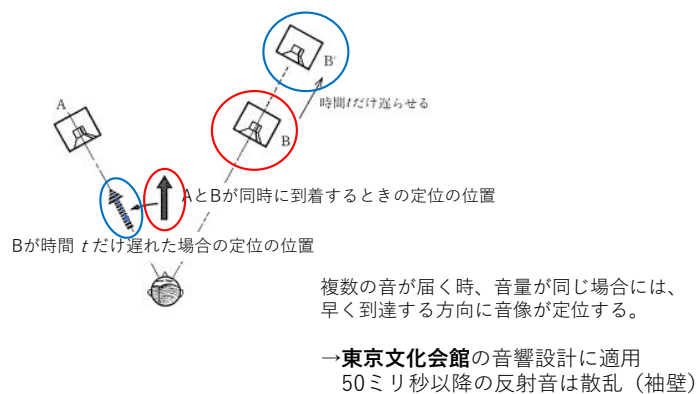
音像(*2)の定位を制御するハース効果

その後、東京文化会館では、ハース効果、第一波面の法則とも言いますが、という原理を利用して音響設計をやられたようです。ハース効果とは、同じ音量であれば、早く届いた音の方に音像が定位するという事です。実際のホールでも、壁からの反射音が強すぎると、音源の方からではなく壁の方に音像が定位するような経験をしたりすることがあります。東京文化会館<<https://www.t-bunka.jp/hall/large.html>>の袖壁には、天童木工製作の木の拡散板が設置されていますが、この象徴的な彫刻は、聴感的にあまり好ましくない反射音を散らそうという目的で設置したそうです。東京文化会館の音にとっては、とても重要な形になります。

天井の形も、ここからの反射音が客席全体につつがなく届くように計算された形になっています。

(*2)音像：音を発している人やものの大きさや方向、位置を感じる様。sound image

Haas効果（第一波面の法則）



明瞭性の要求に応えた音響設計の時代と多目的ホール

1970年代後半から1980年代はバブル経済が到来する頃で、日本中で多くのコンサートホールが造られるようになりました。それまでは、クラシック・コンサートもお芝居も講演会も式典もやるというような多目的ホールがほとんどでした。この何でも出来るという多目的ホールの考え方は、日本独特のものなんです。確かにこの考え方は素晴らしいと思うのですが、実は音響設計はとても難しいんです。多目的ホールと言いながら、機能的にも性能的にも何をやっても中途半端な使い方しかできないということで、無目的ホールと揶揄されたこともありました。

さらに、海外で音楽を勉強されてきた方から、海外には長い残響の素晴らしいホールがたくさんあるんだけど、日本にもぜひ長い残響のホールを造って欲しいとおっしゃる方もいらっしゃいました。ただ、ホールの利用は圧倒的に芝居や講演会のような、どちらかというと明瞭度が必要な催し物が非常に多いんですね。長い残響時間が必要になるのは、クラシック音楽しかないんです。セイビンが残響式を考えたときのきっかけがそうでしたが、明瞭な響きを作るのが音響設計としては第一だというような考え方が強く、長い残響時間のホールを造るのはちょっと二の足を踏むところがありました。

長い残響のコンサートホールができ始めた80年代

ところが、そのような要求があったためか、長い残響のホールを造ろうよという考えを持たれた施主さんが出てきました。それで、1982年に大阪にザ・シンフォニーホール、熊本に県立劇場が完成しています。この当時、国内、海外を問わず、コンサートホールの室内音響設計の研究が非常に進み、多くの論文が発表されました。この頃は私たちにとっても、とても楽しい時期で、音響設計の仕事をしてよかったなあと思うほど、いろいろな経験ができました。関東圏にはいろんなタイプのホールができたので、コンサートに行っては事務所の中で音の印象などの情報を共有し、またそれを新しいホールにフィードバックしていました。

熊本県立劇場、国立音大講堂が1982年、83年に完成しています。先ほど橋本さんのお話にあったコンクリートのホールです。熊本県立劇場<<https://www.kengeki.or.jp/promoter>>のコンサートホールには、東京の大学で音響を教えられている先生が、わざわざ熊本までコンサートを聴きに行かれていたと聞いたことがあります。先生曰く、東京にはないホールで、気に入っていると。

この辺りから、とにかくあちらこちらにたくさんのホールが完成します。

残響音より0.08秒までの初期反射音の状態が、聞こえ方に大きく影響

ここでまた、初期反射音と残響の話に戻ります。ホールで聞く音は、音源からの直接音が届いた後に、天井や壁、床から次々に反射音がたくさん届きます。直接音が届いたすぐ後に届く反射音、研究では直接音到達後から0.08秒までの反射音を「初期反射音」と呼んでいます。一方、後ろの方の反射音を「後期残響音」と呼び、これが残響時間に関係している部分になります。音は空間をあちこちに反射しながら漂い、ダラダラと長くたくさん届くと、残響時間が長くなります。

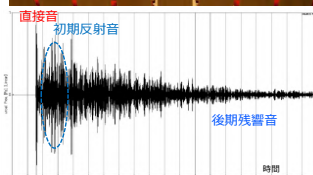
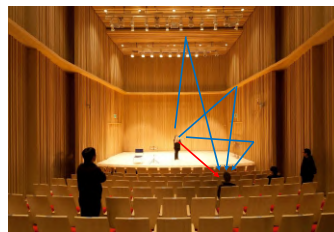
音響的には実は初期反射音が重要で、これがたくさん届く方がいいんじゃないかというのが、多くの研究の結論みたいなものです。

コンサートホール建設が増える

1976	ニューヨーク エイブリーフィッシャーホール
1981	ライブチャップマン・ゲバントハウス
1982	熊本県立劇場、ザ・シンフォニーホール
1983	福島市音楽堂、国立音楽大学講堂
1985	松本市ザ・ハーモニーホール
1986	サントリーホール
1987	カザルスホール
1988	津田ホール
1989	オーチャードホール
1990	東京芸術劇場、水戸芸術館
1991	パーミンガム シンフォニーホール
1992	愛知県県立劇場
1993	宮崎県立劇場
1995	紀尾井ホール、京都コンサートホール
1997	札幌コンサートホール（キタラ）
	新国立劇場、東京オペラシティ
	すみだトリフォニーホール
1998	東京芸術大学音楽堂
	横浜みなとみらいホール
	びわ湖ホール

コンサートホールの室内音響評価量の研究が盛んに行われる

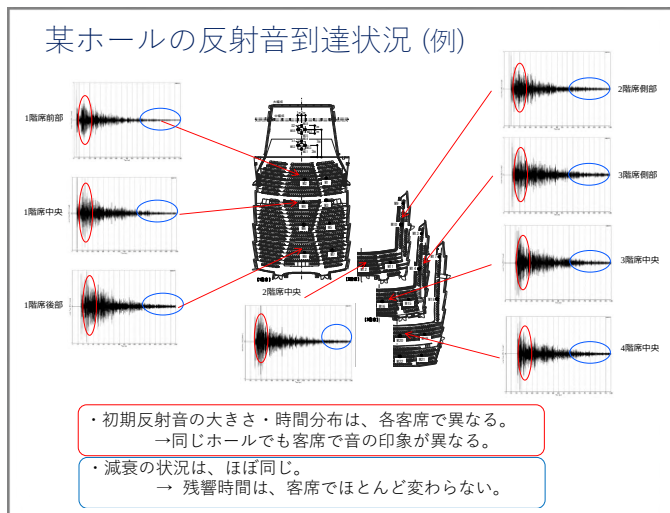
ホールで聴く音



初期反射音：直接音到達後、約 0.1 秒までに到達する床・壁・天井面からの反射音

残響時間：音を停止した後、音のエネルギーが百万分の一に減衰するまで時間(秒)
($T = 0.161 / \alpha$)

某ホールの反射音到達状況 (例)



これは、福島県いわき市の（いわき芸術文化交流館）アリオス <https://iwaki-alios.jp/institution/main_hall.html> の大ホールの反射音の到達状況です。赤い部分が初期反射音の部分です。座席によって形に違いがあります。舞台に近い席、中央部の席、後ろの方の席で違います。このように、初期反射音の部分はひとつのホールの中でも座席によって違いがあります。

一方、青色の後期反射音を見ると、舞台に近い席でも遠い席でもあまり変わらないんですね。例えば、中央部で1.5秒ならば、どこでも大体1.5秒前後なんです。しかし、皆さんはホールにいらっしゃって、舞台に近い席で聞く時と遠い席で聞く時、あるいは2階席の後ろの方で聞いたり壁に近い席で聞くと、なんとなく音の表情が、ニュアンスが違ふと感じられているんじゃないかと思うんですね。それは、初期反射音の部分が違っているからなんです。この初期反射音が、時間的にどのように届いているか、量がどうか、方向がどうかで、聞こえ方が違って来るんですね。

クラシック・コンサートホールで好まれる「温かい響き」とは

クラシックのコンサートホールの音響条件と必要な建築条件をまとめてみました。建築条件としては、まず基本形状で天井が高いということが非常に重要です。また、客席の幅はあまり広くないほうが良い。これは、アメリカの高名な音響学者であるレオ・ベラネク氏が20mが最適と提唱されています。2,000席で客席幅が20mだと、前後はとても長くなってしまいます。

必要な音響条件としては音量感、空間感、親密感、明瞭性などが挙げられます。この明瞭性は、スピーチなどの明瞭性とは違い、いろんな楽器がちゃんと聞こえるという音楽の明瞭性です。それからこの「温かな響き」が、結構重要です。いろいろなプロの演奏家に「音楽ホールはどういうのが好きですか？」って聞くと、「響きが温かいのがいいなあ」っておっしゃる方が結構多くて。「温かな響き」ってなんだろうって、私たちもいろんな議論をしました。「やっぱり長い残響時間はいるよね」とか、大型のホールであれば「やっぱり低音が充実している方がいいよね」とか、「天井や壁から初期反射音がたくさん来る方がいいし、反射音は柔らかいほうがいいだろうね」とか。この「柔らかい反射音」とは一体何なんだろうということもあるんですけども。

コンサートホールに必要な音響条件に関する建築条件

➤ 必要な音響条件

音量感、空間感、親密感、明瞭性、温かな響きなど
→ 長い残響時間、充実した低音の確保、天井や壁からの多くの反射音（特に初期反射音）、柔らかな反射音

➤ 必要な建築条件

- ・ 舞台と客席が一体となった空間 → 有効な反射音
- ・ 高い天井高、狭いホール幅(実効) → 長い残響時間、有効な反射音
- ・ 重い質量の内装材料 → 低音の充実した温かな響き
- ・ 凹凸形状 → 温かな響き、一様な音の分布
- ・ 静けさの確保（高い遮音性能→質量の大きな構造）

次にその音響条件を満たす建築条件とは何かと考えると、舞台からの反射音が素直に客席に届くことが大切。ウィーン楽友協会は舞台と客席が一体で、舞台と客席の空間が区切られていないんです。だから舞台からの音が素直に客席に届いていくことが理想かと。舞台内に反射板があるとしても、反射板を組んだ時には客席と一体となるような空間を造ることが必要です。そして、高い天井高、狭いホール幅を実現する。また、内装材料には重い質量のものを使用する。これは低音の残響時間を長くして充実した低音を確保するためですが、低音で包み込むような感じの方が「温かい響き」に聞こえるのかなと。そしてとても大切なものが、デコボコ、拡散形状。これも設置することで、温かな響きの一因になるし、客席の前でも後ろでも壁に近かろうが遠かろうが、大体同じような音場性状になります。

あとは静けさの確保が大事です。多くのクラシック・ファンは小さな音や音が減衰する最後まで聴きたいという気持ちを持っている方が多いので、それを聴くためには静かな空間が必要です。そのためには、遮音がきちんとされているとか、空調設備の騒音が静かであるということがすごく重要になってきます。

弊社のホームページ<<https://www.nagata.co.jp>>で表紙には、音響設計の大きな課題でもある「静けさ 良い音 良い響き」と書かれています。音響設計の大きな課題でもあるこの「静けさ」を一番に持ってきたのは、いい響きのホールでも静かじゃないとその響きを味わえないだろうっていうことだそうです。

カラヤンの希望から誕生したヴィニヤード型コンサートホール

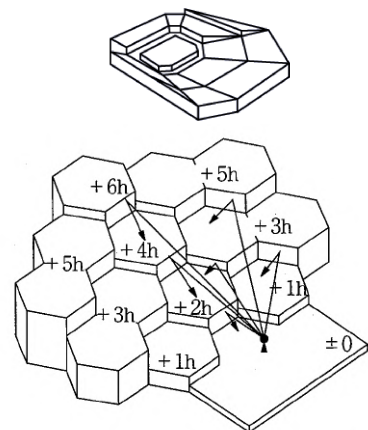
ウィーン楽友協会大ホールの形は、シューボックス型です。サントリーホール<<https://www.suntory.co.jp/suntoryhall/facility/hall.html>>やロサンゼルス・ディズニー・コンサートホール<<https://www.nagata.co.jp/sakuhin/factsheets/wdch.pdf>>は、ヴィニヤード型です。いずれも舞台と客席が一体となった空間で、天井が高く、実効的な客席の幅が狭い。内装には、重くてかたい材料が使われています。そして拡散形状。写真ではわかりにくいですが、あちこちにデコボコがついています。

ここではヴィニヤード型ホールについてお話しします。ベルリン・フィルハーモニー<<http://philharmonie.com/en/venue/philharmonie-berlin>>の設計者はハンス・シャロウンという方で、音響設計はロタル・クレマー先生というドイツの有名な音響学者です。その当時のベルリン・フィルの指揮者だったカラヤン氏から、ホールの中心で演奏したいという希望があったとかで、客席を舞台の周りに取り巻くようにしたいという設計者からの話に対して、段々畑の客席を思いついたとのこと。客席のそばに反射面があって、そこからの反射音が客席に届くようになっていきます。

アリーナ型のホール

- 代表的なホール
ベルリンフィルハーモニー
サントリーホール
ミュゼ・ザ・川崎
キタラ
ディズニーコンサートホール

- 段々畑(ブロック)状に分割された客席に近い部分に反射壁を設置



多目的ホールの最新状況

劇場や芝居小屋に必要な音響条件は明瞭度の確保に尽きます。芝居小屋は、建築的にはそれほど大きなものはないですが、明瞭度の確保に対してはやはり、コンサートホールと同様に初期反射音の確保は重要です。また、舞台上で演じている役者の顔が見えなくてはならないので、舞台から遠い席は好ましくないということで、建築的にはいろいろと制限があります。コンサートホールとは真逆な建築条件かと思います。そして、舞台の上部には幕や照明器具などが設置されているフライタワーと呼ばれる大きな空間が必要です。

それでは、多目的ホールとは何でしょう。熊本県立劇場には、立派なコンサートホールと演劇用のホールがひとつずつあります。本当はそれが正しいと思うのですが、ひとつのホールでクラシック・コンサートも演劇もポップス・コンサートもちゃんとできるように

したいなとか、講演会も式典も何でもできるというなということで、公共の建物では、多目的ホールの希望が多くなっているかと思います。

多目的ホールでクラシック・コンサートをやろうとすると舞台内には反射板が不可欠なのですが、昔は技術的に大きい反射板は造れなかったりして、舞台と客席が一体となった空間を造りにくかったところもあったんですね。最近は技術が進んで、大きな寸法の音響反射板にすることができるようになってきています。

劇場に必要な音響条件に 関係する建築条件

➤ 必要な音響条件

- ・ 明瞭度の確保 → 短めの響き、有効な初期反射音の確保

➤ 必要な建築条件

- ・ 高い天井高さは不要
- ・ 吸音性の仕上げが重要（低音域の吸音が重要）
- ・ 演技や顔の表情がはっきり見える。
（客席最後部から舞台が近いこと）
- ・ 内装は黒っぽい色調
- ・ 高機能の舞台機構・照明・音響設備の設置

多目的ホール 舞台反射板設置時と幕設置時



舞台反射板設置時（残響時間1.8秒）
オーケストラ、室内楽、合唱、
ピアノ、バイオリン
プラスバンドのコンサートなど



舞台幕設置時（残響時間1.5秒）
講演会、式典、演劇、ダンス、
バレエ、演芸など

パルテノン多摩：改修後 室容積：13,000m³
（竣工：1987年） 客席数：1,129席

めぐろパーシモンホールは、多目的利用ができるホールとして計画されたホールです。舞台の額縁をプロセニウムアーチといいます。反射板を設置した状態では14.5mと非常に高く、クラシック・コンサート利用時には舞台と客席が一体になった空間となるようにしています。しかし、お芝居をやるときには、こんなにプロセニウムが高いと額縁が大きすぎて背景を作るのが大変になりますので、舞台に近い天井を下げたプロセニウムの高さを低くします。最近では、このようにプロセニウムの高さを変えられるように工夫し



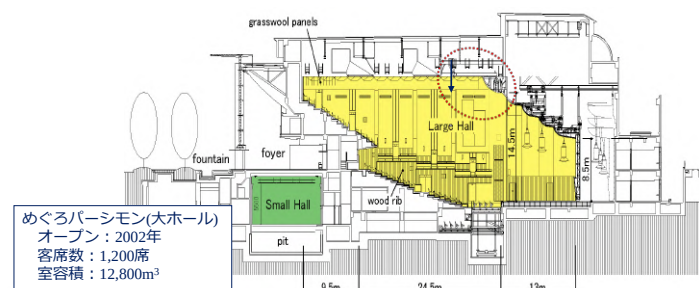
プロセニウム、高い
舞台音響反射板設置

クラシックコンサート



プロセニウム、低い
天井が垂れ下がるように傾斜

演劇、講演会、式典



めぐろパーシモン(大ホール)
オープン：2002年
客席数：1,200席
室容積：12,800m³

ているホールが増えています。

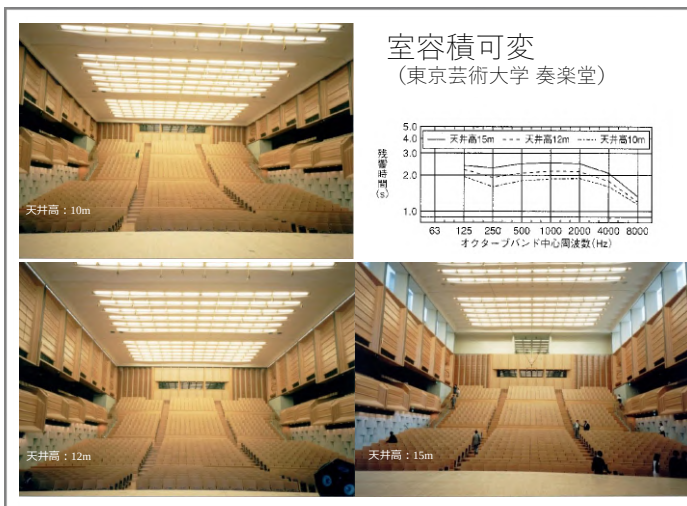
天井高を変えて残響時間を制御

残響時間も用途によって、適した長さが異なります。クラシック・コンサートでは長めの残響時間が適しているのに対して、講演会や演劇などのスピーチがメインになるような催し物では、短めの残響時間が適しています。それで、残響時間を変えられる残響可変装置をつけたりするホールもあります。

コンサートホールに、残響可変装置を設置した例もあります。これは、東京藝術大学の奏楽堂です。セイビンの残響式でお話しましたが、内装材料が変わらなければ空間の容積が大きくなると残響時間は長くなります。奏楽堂では天井の高さを舞台床から10～15mに変えられるようにしました。天井が最も高い時の残響時間は2.6秒位で、もっとも低い時は1.8秒位です。約1秒の差ですが、感覚的にはガラッと変わります。藝大なので、音の違いを耳で判断できる先生方がいらっしゃるののでいろんな高さに挑戦されていて、「今年は、ピアノの演奏はこの天井でいきます」というように、自由に高さを変えて使っていらっしゃるという耳を持った方がいらっしゃると思っ

ます。

もうひとつは小さいコンサートホールで、トッパンホール。袖壁の上の部分が開くと、中の暗いところに吸音材が貼られているので残響時間が短くなる。ホールの方にお聞きすると、リハーサルは開けて本番は閉じるような使い方をしていると話されていました。

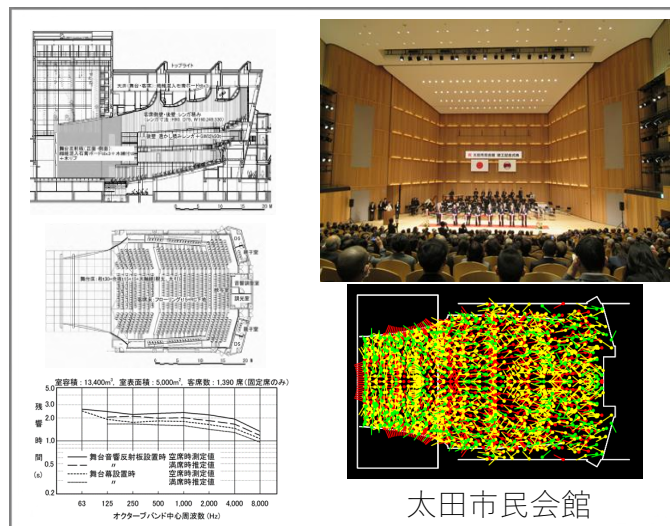


残響可変装置 (トッパンホール)



設計段階では50回のシミュレーションで天井や壁や形状を検討

これは、群馬県の太田市に新しくできた市民会館のホールです。これも、プロセニアムの高さが15mと非常に高いです。ここも多目的ホールなんですけれども、市内に大きな音楽学校があるので、多少、音楽を志向した計画になっています。設計段階に様々な形について、初期反射音に関するシミュレーションを行いました。その結果、舞台上にも客席内にも十分に初期反射音が分布するようになりました。オープニングの催し物で、フ



ランクフルト交響楽団の演奏を聴いたんですけど、非常に良くて安心しました。

シミュレーションを利用した設計手順は、設計者からもらった図面に対して初期反射音に関するシミュレーションを行い、その結果が好ましくない場合には音響面からの提案を行う。そして、それを意匠的にデザインしてもらった結果について、再度シミュレーションを行う。このようなキャッチボールを数回やりながら、形を決めていきます。ひとつのホールでシミュレーションの実施回数は、多い場合には50回程度やることがあります。

実を言うと、このシミュレーションの結果の検討ができるようになってから、設計される方と話がすごくできるようになったんです。海外のヴィニヤード型のめちゃくちゃ大変そうな形も、シミュレーションのソフトがなかったら、とてもじゃないけども音響設計はできないんですね。

拡散のためのデコボコ事例

次に拡散についてお話しします。いつも設計される方々に重要だとお伝えするのですが、実現するのはなかなか難しいです。これらは天井を拡散形状としているホールの例です。左側は先ほどお話ししためぐろパーシモンホールで、右側は京都のコンサートホールです。

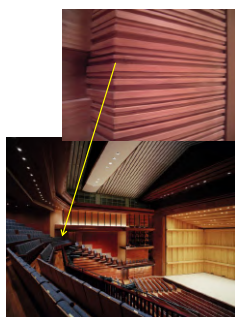
拡散、散乱 (4)

カザルスホール



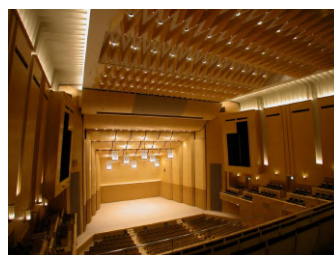
拡散、散乱 (5)

パトリア日田



日田杉の角材

拡散、散乱 (2)



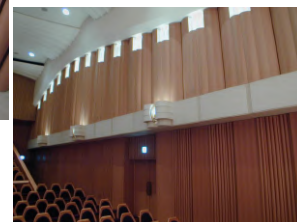
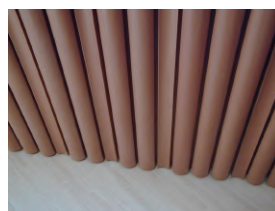
めぐろパーシモン
大ホール



京都コンサートホール
大ホール

拡散、散乱 (3)

トッパンホール



それからこれはトッパンホールです。舞台の正面の壁はミッキーマウスの耳のような形になっています。

これはカザルスホールです。カーテンのように見えますけれどコンクリートでできた反射壁です。

これは日田市民文化会館なんですけれど、日田は杉がたくさんあるので、杉材を使ってデコボコを造ってみました。拡散はよい音響条件の獲得には非常に重要なので、いろんな工夫をしてもらっています。

この小ホールの後ろの壁も、デコボコしていて拡散の一種です。これは前川先生がとてもお好きな形なのではないかと思いますが、以前、国立音大のスタジオでも、こういう形が使われていたのを知っています。

埼玉会館小ホールの上に向いた側壁は、前川國男の感性によるもの？

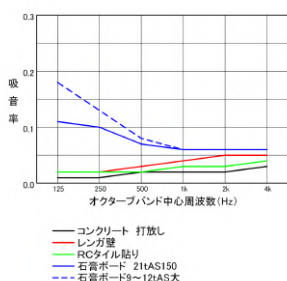
このホール（埼玉会館小ホール）は、すごく綺麗ですね。この横の壁が上を向いてるんですね。東京文化会館の大ホールの壁も上に向いているのです。でも、下向きにする方が、音が客席にきちんと反射するような感じがするでしょう。私たちはずっとそう思いこんでいたので、昔は拡散体は下向きの面をいっぱい造ってたんですね。でもシミュレーションをやってみたら、角度の緩い下向きの面では、有効な反射音が客席に届かないんです。むしろ、上向きにする方が天井との合わせ技で有効な反射音が来ることがわかったんです。事務所では、「前川先生、すごいね」って言っていました。



椅子も大きな吸音の要因

あとは、ホールの内装材料。室内楽をメインでやるようなホールでは、低音の残響時間は中音域とほぼ同じぐらいでもよいかなと。ただ、大型のオーケストラ演奏に対しては、やっぱり低音がガンとくると、聴いていて「ああいいなあ、来たなあ」って感じがするので、薄い材料で造りたくないという気持ちがあります。それでコンクリートはとてもいい内装材料なのですが、できればコンクリートもちょっとザラザラしてる方が、わずかですが拡散の効果もあったりするのでよいかなと思っています。

ホールの内装材料、客席椅子



低域の残響時間を長くするためには、質量の大きな材料が好ましい。

ホール内で最も大きな吸音材料（吸音が大きすぎない型）
空席時と満席時の吸音の差が小さい型

これは材料の吸音特性で、縦軸が吸音率です。「0」っていうのは吸音しません。「1」に近いほど吸音が大きいですけれども、実はボードは低音を吸音するんです。こう叩いた（コンコン）ときに鳴る音が共振周波数なんです。音が向こうに抜けて行って、こちら側に戻ってこないの、見かけ上、吸音するという形になって、低音の反射が少なくなります。

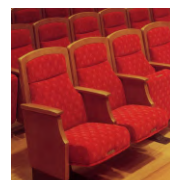
次に、皆さんが座っていらっしゃる客席の椅子。このホールの中で一番大きい吸音は、満席のときには人間なんですけれども、空席のときは椅子です。空席時ではリハーサルもやりますし、最

近コロナになってからは満席にしないっていうのが増えてきているので、椅子の吸音も結構重要で、どういう椅子にするかというのは音にかなり影響します。

1985年に、東京文化会館大ホールの椅子の取り換え工事が行われたのですが、設計の段階から、実験室で吸音の測定を何回もやりました。ホールの椅子をみると、こんなにいろいろなタイプがあります。一番左側の黒い椅子は、ボストン・シンフォニーホールの椅子で革張りです。パリのガルニエは布張り、ウィーン楽

客席の劇場椅子

- ホール内で最も大きな吸音面積
- 椅子の寸法（幅、高さ）、クッションの厚さ、布地の面積や材質が音響に関係
- 施主、設計者、観客の関心が高い
- 座り心地、デザイン、音響性能



友協会は木製です。このように、椅子の形や布の種類などによって吸音の状態が違っているので、注意が欠かせません。

舞台の床材、張り方でも音は変わる？

私たちは聴衆になることはできるのですが、演奏者の立場、それもプロのような技術は持ち得ないので、舞台上の音響についてはわからないことばかり。そういうこともあって、舞台の音響の研究は遅れてたんですが、今はその評価量も提案されてきています。

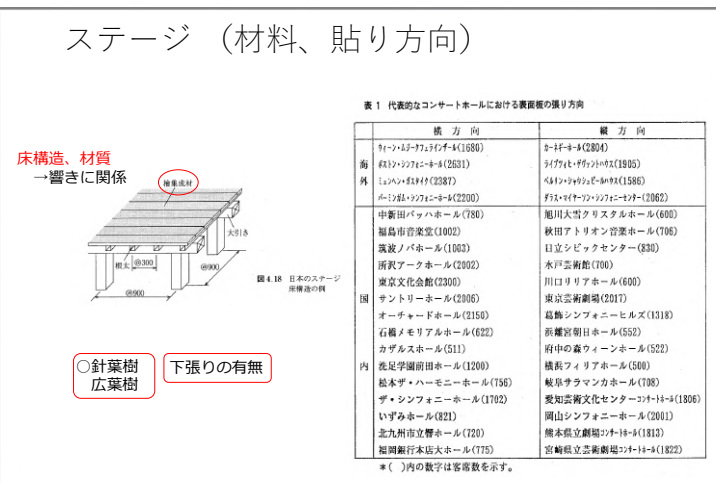
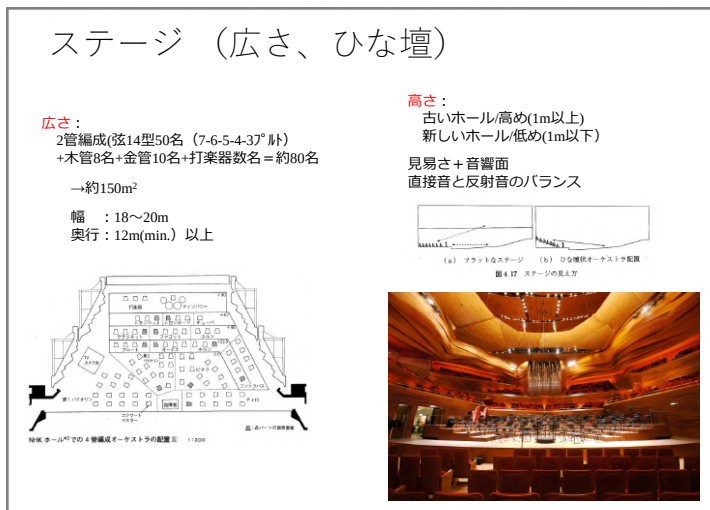
私たちが実際に設計をしていく上では、舞台の広さがどのくらい必要か、ひな壇の高さはどれくらいがよいのかなど。オーケストラでひな壇の高さを変えると実際、音が全然変わってくる。いろいろやってみると、ひな壇の段差は高い方がいいかな。ただ演奏者の慣れもあるので難しいところがあるんですけども、「なるべくなら高くしてはどうですか？」っていう話を差し上げたりすることもあります。

日本語には「桧舞台に上がる」という言葉がありますが、日本には桧がたくさんあったからだと思うんですけども、実際、ステージの床に桧がたくさん使われています。以前、いろいろな種類の材料や厚さで舞台の床を製作して、プロのオーケストラの団員に試奏してもらったことがあります。その結果でも、やはり桧の床が演奏のしやすさや聴いた音の印象から高評価でした。

また、舞台の床材を張る方向もいろいろです。ここ（小ホール）は縦に客席に向かって貼ってあるんですけども、横に貼ってあるホールもいっぱいあります。「どっちがいいの？」って、今はあまり話題にならないですが、1990年ぐらいに結構話題になりました。私の考えでは、違いは確かにあると思うけれど用途などで決めていいのではないかと思います。

残響時間は1.5秒でも反射音が豊かな埼玉会館大ホール

そして埼玉会館大ホール。この前の改修工事完了後に測定した、反射音の時系列の結果です。1階席の下手側半分だけですが、スピーカーを本舞台の上のS1って書いてあるところに置いたときに測定した反射音の1000ミリ秒、1秒までの時系列ですね。これ見ると、舞台に近い中央部（M1）は舞台に近いのですが、反射音が結構来てるなあと思います。



この辺りのバルコニーにかぶるかかぶらないかぐらいの席で、先ほどリハーサルを聴いていたのですが、結構、音が来るなっていう感じはしました。リハーサルで舞台の上での話し声も、後ろの方の席に行っても本当によく聞こえるんです。生で喋った声がちゃんと聞こえるってことは反射音がちゃんと届いているということなので、やっぱりいいホールだなと思いました。

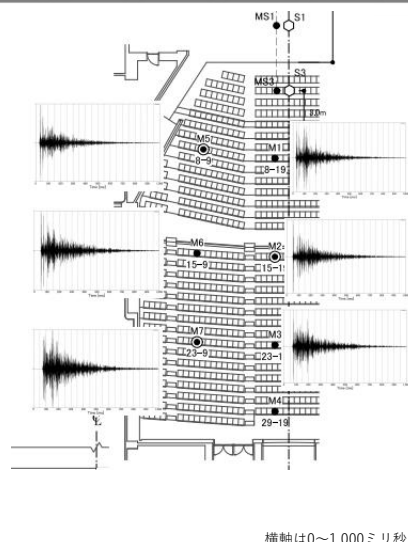
これが、初期反射音分布です。上が本舞台に音源を置いたとき、これが前舞台に置いた時です。ちょっとこの真ん中辺りが少ないんですけども、それでもちゃんと来てますので、それなりにいいなあと。やっぱり舞台の反射板が小さいので、舞台の中には多くの反射音が来ていて、それがもうちょっと客席側に出ていくと、もっと良くなるという感じがしています。デモ演奏したピアノがあったオーケストラピットを、舞台面まで上げて演奏するとコンサートホール的になって、すごくいいんじゃないかなという話を先ほどもしました。

残響時間は、人がいない状態なんですけれども、本舞台のみの時と前舞台を上げたときでは大して変わりません。だいたい1.5秒、1.6秒です。人が入ってこれくらいだといいなあっていう気もちょっとしますけれども。でもさっき聞いた感じでは響きも充分にあったと思いませんか？なんかこう余韻を感じましたし、いいかなと思いました。舞台の上にオーケストラが乗ると、オーケストラの人間でちょっと吸音が多くなるかなあ。けれども、今日の歌であるとか、先日も室内楽を聞かせてもらったんですけども、すごく良かったですね。そういうのにはすごく向いてるかなと思います。

それに低音が、なぜか長いんです。壁は木なんですね。客席の壁を触っていただいて、ちょっと叩いてみてください。結構、軽い音がするから低音を吸音するんじゃないかなと思ってんですけど、意外としていないんですね。だから、低音のサポートもちゃんとあって、この雰囲気での感じだと本当にもものすごくいいなと思いました。

ぜひこれからも、いろんなコンサートをここで楽しんでいただいて、いい気持ちになって帰っていただけたらと思います。

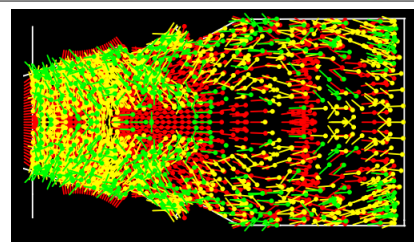
埼玉会館
大ホールの
反射音時系列



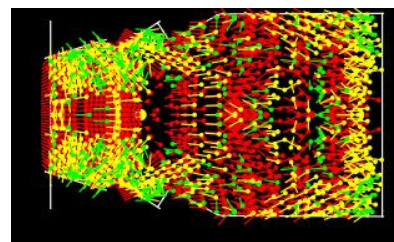
横軸は0~1,000ミリ秒

初期反射音分布

音源位置：本舞台



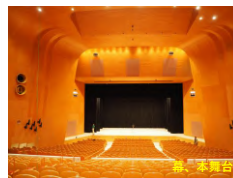
音源位置：前舞台



反射板、本舞台

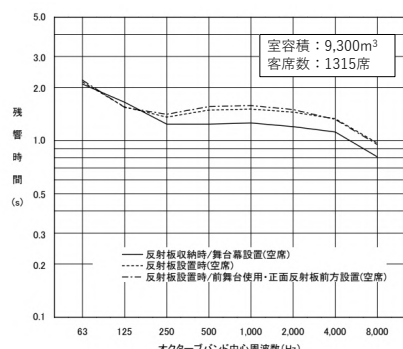


反射板、前舞台



本舞台

残響時間周波数特性



室容積：9,300m³
客席数：1315席

測定バンド	測定結果 (中音域 500 Hz)	改善前測定結果 (中音域 500 Hz)	平成 6 年 (1994 年) 当座時
①反射板収納時 (費止裏設置)	空室時 1.2 秒	空室時 1.2 秒	空室時 1.3 秒
②反射板設置時	空室時 1.2 秒	空室時 1.4 秒	空室時 1.4 秒
③反射板設置時 (前舞台設置、 正面反射板撤去設置)	空室時 1.4 秒	—	—

こうやって音響設計をやってると、音響のことをすごくわかってると思うでしょ。でも、まだ何もわかってないんです。日々いろんなところに聞きに行って、「ここって、何でこうなるんだろう」と思いながら、それがまた楽しくてコンサートに通って、それでまた新たな設計にそれが活かせていけたらいいかなと思いながらやっています。

「いい音」は、視覚と聴覚で総合的に感じる評価

前川先生が「エコータイムパターン」とか「フラッターエコー」とかいろんなことを書かれてたのを、私も「ああ、先生はやっぱりこういうことをおっしゃっていたんだな」と思いながら興味深く読みました。

そしてホール音を聴いたときの印象は、耳での条件ってすごく大事なんだけれども、視覚的な条件もすごく大きいと思うんですね。例えば、埼玉会館大ホールの木の温かい感じを見ると、まず温かい気持ちになりますよね。そうすると音も温かく感じられる。石っていうとなんか重厚な感じがするっていうのがあると思うんですね。色も明るい色なのか、黒っぽい色なのか、白っぽい色なのかによって、全然聞こえ方が違ってくると思うので、やっぱり視覚的な条件も大事。

そうするとやっぱり建築設計というのはすごく重要で、音響的な取り組みだけではなく、建築設計者の音への理解とホールへの愛情によっても音は変わってくると思います。その点では、埼玉会館はとてもうまくいっているホールだと実感できました。

小澤：福地様、ありがとうございました。音響の奥深い世界を堪能させていただききました。

それでは、この後また大ホールに移動していただきまして、今、お話にもありました。音響反射板を使ったコンサート、デモ演奏をお聞きいただきたいと思います



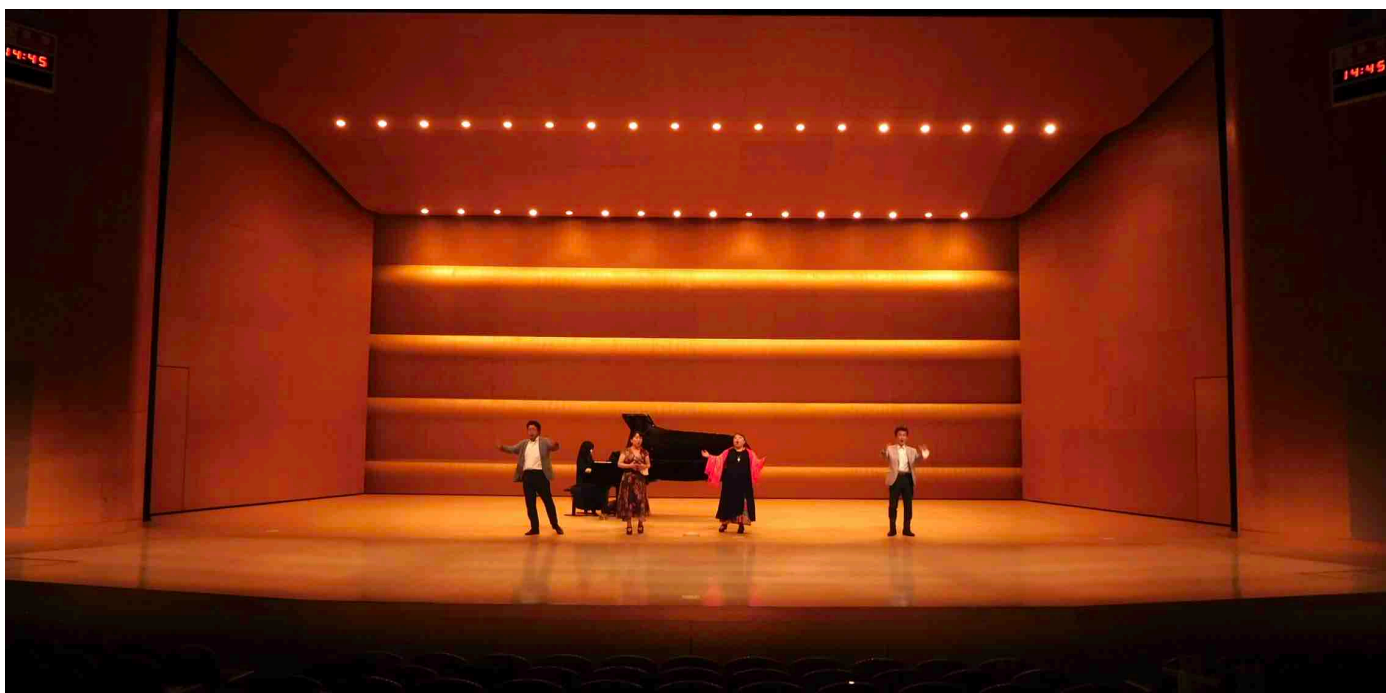
第三部 デモ演奏「ラ・ボエーム」第三幕 四重唱 on コンサートステージ

小澤：それでは第三部を開始いたします。

舞台は先ほどと異なっておりまして、コンサート形式。先ほど福地さんのお話にもありましたが、反響板、音響反射板とも言いますが、それを設置した舞台となっております。そして本日は先ほどのオーケストラピットを舞台の面まで上げて前舞台としています。

では、埼玉オペラ協会の皆様にはこの舞台を縦横に使っていただいて、また歌を聴かせていただきたいと思います。埼玉オペラ協会の皆様、よろしくお願いいたします。

<デモ演奏 2>



小澤：埼玉オペラ協会の皆様、ありがとうございました。豊かで美しい歌声をお届けいただきました。ありがとうございました。

出演者トーク「音楽と木に包まれた空間音響」

山海（進行）：福地さんには長時間にわたって、建築音響学の大学の単位が取れるんじゃないかと思うほど、たっぷりな内容でありありがとうございました。すべて理解できなくても、少なくともホールセンターを外して座った方が音がいいというのは、皆さん、今日の成果としてご理解いただけたんじゃないかと思います。

オペラ協会の皆さんの歌声を、第一部ではオペラ形式の舞台で皆さんに体験してもらって、その時は物語の中にぐっと入り込めるような雰囲気でも聞いていただけたかと思います。第三部で、このコンサート形式の舞台になると、今度は音楽として十分に堪能してい

ただけたかなと思います。ホールの音響の状態が良い悪いというよりは、その音楽あるいは上演する目的に応じてホールの音響環境というのはそれぞれ違っていいんだということが、実感していただけたのではないのでしょうか。

では今日、オペラ形式の舞台とコンサート形式の舞台で歌っていただいた埼玉オペラ協会の皆さんに、違う舞台での感想を一言ずつお聞きできればと思うんですけど。

それぞれの舞台で、やっぱり気構えが違うものなんですか。それとも同じように歌ってるのでしょうか。



歌手にとって反響板は歌いやすい環境に

笹倉：今日は本当に貴重な体験をさせていただくことができ、一度にふたつの環境で歌う体験をしたことがなかったので、いい体験をさせていただいたと思っています。

歌う方としては、最初の舞台の時にはやっぱりオーケストラとピアノとの距離感っていうのがあったり、後半はステージ上にピアノがあるので安心して距離感がとれたりっていうところで、その大きなところでやる時の距離感を測りながらやるっていう非常に良い体験させていただきました。ありがとうございます。

持木：歌う時に皆さん、昔、鶴田浩二がこうやって（耳に手を添えて）歌ってたりしたの知ってます？ あれは声が耳によく聞こえるようになるんです。そしてやっぱり反響板があるとこれに近い状況になるんで、我々としてはとっても歌いやすいんです。だから、最初の舞台はもう人の声ばかり聞こえるよね、（反響板が）ないとね。そして俺の声が出てんのかどうかって、すごく不安になるんですよ。ということでした。

山海：でも客席の方は、もう充分に聞こえてましたよね。（客席から拍手）反響板がなくてもね。素晴らしい歌声で感動しました。

役になりきれる舞台と観客との一体感が得られる舞台

中前：私は、オペラのセットがある時は、もうその物語の中に入っているので歌いやすいんですけど、コンサート形式の場合は、お客様の反応がすごく気になるっていうか、結構お客様の反応によって、ちょっとノリが出てきたりとか、そういうのがあります。

菅原：今日は、このような機会ありがとうございます。私はオペラの時やっぱり役に成り切って、今日は短い場面でしたけど、お客様のことはあまり考えずに歌える。そして反響板のコンサート形式の時、お客様と一体感がある感じで、私はとても好きです。で

も、どちらの舞台でもとても気持ちよく歌わせていただきました。ありがとうございました。

山海：このボエームのラストシーンは、ミミが死んじゃうんですけど、そのそばでロドルフォが「ミミー」って叫ぶように歌うんですよね。あのシーンなんかは特に、コンサート形式では歌えないんですよね。オペラのあのセットの中で、本当に目の前で自分の好きな人に死なれた時の悲しみを思うからこそ・・・

持木：そうですね、やっぱりミミは横たわってないと。立ってたら、ちょっと言いませんよね。

山海：やっぱりオペラとして楽しむのとコンサートとして楽しむのでは条件が違って当然で、ホールの音響空間が音響特性さえ満たしてれば、それぞれが楽しめるかというところじゃなくて、ここ埼玉会館には埼玉会館のホールの響きがあって、そこでいろんな音楽をそれなりに楽しめるのかなっていうことがちょっとわかったかなと思うんですけど。

橋本さん、この木のホールを造った前川さんにはどういう思いがあったんでしょうか。

埼玉会館の大ホールも完成形のひとつ

橋本：前川が一番初めにホールを造ったのは、1954年の神奈川県立音楽堂と言われているんですが、実はその前に1952年、もうなくなりましたけれども、東京駅の呉服橋のところに日本相互銀行の本店があったんですね。そこの8階にホールを初めて設計するんですね。その後、1952年から3年にかけて弘前の弘前中央高校の50周年記念に講堂を造るんですね。それは講堂なんだけれども、ホールという考え方で造ってる。その成果があったんで、1954年の神奈川県立音楽堂に至るんですね。

実は、その1954年の神奈川県立音楽堂を造った時には、まだ日本には音響学というもののがほとんど無い状態。そこで前川は、1951年のイギリスのロンドンフェスティバルホールで報告された音響学の本を買ってきて、それで当時は東京大学の大学院だった石井聖光先生に音響設計の相談をして、石井先生は工事中から完成に至るまで十何回の実験を繰り返しながら、その報告書を検証しながら造ったと言われております。

それでその時は、ホールの内装というのは軽量鉄骨とかそういうことがまだありませんでしたので、木で全部を造ってるわけですね。芝居小屋のように。当然、仕上げとしてはブナ材という材料を、当時一番安い材料、いわゆる合板なんですけど、それを使って響きをつくる。その当時から合板というものは、いわゆる低音域に対して音を吸音しながら、ある程度ダンピング効果があるっていうので音を拡散させにくい響きの特徴がある。それで、その音楽堂が「とてもすばらしい、東洋一の響きがある」っていういろいろな方に言われて、「ホールを造るのは、やっぱり木に限るね」ということでやってきた。

1964年に紀伊國屋ホールというのが4階にあるんですけど、そこも同じ木で造って、1966年にこの埼玉会館を造った。その後、消防法が変わったり、内装制限があってもう木のホールができなくなった。だからそういう意味では、この神奈川県立音楽堂につなが

る木のホールというのは、この埼玉会館で下地まで木であるっていうのは、他に類をみないんですね。

やはり木の持っている響きの温かさ。先ほどの福地さんの講義にもありましたけれども、根拠はわかんないけど、柔らかい、美しい、落ち着いた気持ちになれるねっていう。これが僕は埼玉会館の響きだと思うんですね。耳で聞く、身体で感じる、目で見ると。そういうホールの温かみ。これがこのホール全体を形成している。満天の星空のような。これは東京文化会館のホワイエもそうなんですけれども、星をちりばめたような照明、それから山肌の襞（ひだ）を思わせるようなこの反射板、拡散板。この襞が上に行くと、また左右45cmずつずれている。こういう造りの中身を、先ほどの福地さんの話を聞きながら、やっぱりこれは一つの完成された姿なんだと。

そこでおこなわれた今日の素敵なオペラ演奏。それからやはりこの反射板を使っただけの皆さんの卓越した響き、こういうものを今日はとても満喫できて、またこの埼玉会館の新しい響きの発見が、僕にはとても素晴らしく感じました。そういうことでどうもみなさんありがとうございました。

山海：福地さん。専門家から見て、この埼玉会館の特徴を一言で言うとどんな感じでしょうか？

音の良さは建築的な見た目も大きな要素

福地：大ホールの舞台に立ってみてすごく気持ちが良いんですね。というのも、このホールの客席の勾配がそれなりにあるので、ここから皆さんの顔がよく見えます。そしてバルコニー席も高い。あの2階に行くと傾斜がちょっと急なのかもしれませんが、こちらからよく客席が見えるってことは、向こうからもよく見えるんじゃないかと思えますし、バルコニー席が高いので、先ほどバルコニー席の下に行くと音響が少し変わるというコメントもありましたけれども、多分ほとんど変わらないんじゃないかと思



います。皆さんの顔がよく見えるということは、多分、演奏されているとすごくモチベーションが上がってくるんじゃないかと思うんですけども、そういう意味でもここにいらすと気持ちがいいです。だから、話が長くなってくるんです。

実は音だけじゃなくて、建築的な造りっていうのはすごく大事で、相乗効果で、音がうまく乗っていくんじゃないかなというふうに思っています。こうやって見ると天井が高いということが、やっぱりこのホールの特徴だと思っています。このホールができた1966年

の頃だと、多分こんなに高い天井のホールはあまりないんじゃないかと思うんですね。そういう意味では本当に先見性があったというか、それが今も多くの方たちに愛されているひとつの大きな要因じゃないかなと思ってます。

山海：確かにあの2階席も、音はしっかり届いて非常に聞きやすいですね。演奏者の方の顔を間近で見たいという人は近い席がいいでしょうけど、音楽そのものを楽しみたいという人は、チケットも安い2階席はお得だと思います。ぜひいろいろな機会に、場所を変えて楽しんでいただけるといいかなと思います。

今日は長時間にわたってご参加いただきありがとうございました。

2022年9月24日（土）13:30～16:00 埼玉会館大ホール・小ホール