

テクノロジーで世界をつなぐ。リオンの技術情報誌

Shake Hands

Vol.3
2017/1

特集

響く

INNER VIEW

作曲家・演奏家

スザンヌ・チアーニ

未知の響きを拓く

～ある女性作曲家の挑戦

声道模型を通して見えるもの
礼拝堂の音響測定

シリーズ わかった！計測器 地震計—その1

製品温故知新 液中微粒子計 KL-01

オフィスからこんにちは 欧州駐在員事務所

教えて！そうじゅん先生 NC値とは何ですか？

サイエンスコラム 雪の色って何色？

日本の風景 かまくら

社員はV！ ホルン

スザンヌ・チアーニ 作曲家、演奏家

未知の響きを拓く ～ある女性作曲家の挑戦

文／岡崎道成 写真／吉竹めぐみ

シンセサイザー。今でこそよく知られている電子楽器だが、黎明期にはそれが楽器であることすら理解されない「マシン」だった。自分の音楽の表現手段をシンセサイザーに求めた作曲家、スザンヌ・チアーニ。彼女を受け入れたのは、ここ、日本だった。アルバムデビュー以来では初となる来日を果たした彼女に、先駆者としての思いを聞いた。
(取材：2015年10月)

ファーストアルバムは日本から

電子音楽を駆使してCM音楽やサウンドロゴを作っていたスザンヌは、1970年代初頭、レコード会社の門を叩いた。自分で作った音楽を聴いてもらうためだ。「一週間、スタジオとマルチトラックのテープレコーダーを貸してください。」

当時、電子音楽を個人で録音するのは大変なことだった。録音するためにレコード会社があった。電子音楽は録音しない限り存在できない。しかしレコード会社の担当者は、必要なものを理解しようとしなかった。「ギターとベースとドラムを3時間貸すよ。」「そうじゃない。これはもっと違うものよ。」「君は女の子じゃないか。どうして歌わないの？」

彼女は国内のレコード会社をいくつも巡ったが、なしのつぶてだった。それでタンジェリン・ドリームが成功していたヨーロッパにも行ったが、無名の彼女にはどこも耳を貸さない。とうとう彼女は、自分の手で音楽を作る決心をした。山のようなコマースの仕事をこなしてから、週末にスタジオを借り、楽器を全部持ち込んでレコーディングを始めたのだ。数曲できあがった頃、日本は世界で2番目に大きな音楽市

場だという話を聞いた。1週間後、彼女は東京にいた。そして持ち込んだ日本のレコード会社のすべてから取引の申し出を受け、1社と契約を結んだ。シンセサイザーを駆使したファーストアルバム「Seven Waves」は、こうして日本から世に出されたのだった。いったいなぜ、日本は彼女を受け入れたのだろうか。

「それは、彼らがちゃんと聴いてくれたから。アメリカやヨーロッパでは、人々が行き交い、電話が鳴って、タバコを吸っているという状況だった。でも日本では、静かな部屋に通されて、電話もない、人もいない、何もなし。2人の人が部屋の中において、音楽をかけて、座って最後まで聴いてくれた。今までそんな風に私の音楽を聴いてくれた人はいなかった。それが、日本が受け入れてくれた理由だと思う。それに、富田勲のようにシンセサイザーで成功した人もいた。日本人は、電子音楽を受け入れる、ある種のセンスを持っていた。」

電子音楽との出会い

スザンヌの音楽との最初の出会いは5歳のときだった。居間にかかっていた「テ

ネシーワルツ」のレコードを聴いて、自然に体が踊り始めた。それから家にあったスタインウェイのピアノを弾くようになった。高校生で音楽学校のオーディションを受けたとき、彼女の弾くラフマニノフとグリーグを聴いた教師が彼女に言った。「君はスケールを弾けるかな？」「スケールって何ですか？」

10年間自己流で弾いてきたため、スケール(音階)はもちろん、四分音符という言葉も知らなかった。それで彼女は基礎からピアノを学び始めた。しかし彼女が再び音楽学校のオーディションを受けることはなかった。「音楽学校に行った友人たちは、過度の競争で不安定で、びくびくしていた。『ほら、彼はbフラットを間違えたよ』という具合。私は音楽を決して競争の道具にしたいくなかった。それで、音楽学校ではなくリベラル・アーツ・カレッジのウェルズリー大学で音楽を学ぶことにした。クラシックの作曲賞のオファーもあったけど、私は受けなかった。私は自分の音楽を、自分のものとして守ろうとした。」

ウェルズリー大学で音楽を学んでいたスザンヌは、4年生のとき、マサチューセッツ工科大学(M.I.T.)で行われていた電子音

スザンヌ・チアーニ

Suzanne Ciani

1946年生まれ、イタリア系米国人。5歳からピアノを弾き始める。大学院で作曲を学んでいるさなかに黎明期のシンセサイザー開発者、ドン・ブッカーと出会う。1974年、ニューヨークでCiani/Musica, Inc.を設立。コカ・コーラ、AT&T、ゼネラル・エレクトリックなど有名企業にCM曲やサウンドロゴを提供。1982年、ファーストアルバム「Seven Waves」を日本で発表、世界で高い評価を受ける。これまで15枚のアルバムをリリースし、うち5枚がグラミー賞にノミネートされている。サンフランシスコに太平洋を臨めるスタジオを持ち、電子楽器のみならず、ピアノや器楽アンサンブル、オーケストラなど、今なお意欲的に作曲、演奏活動が続けている。2015年、デビュー以来初となる来日を果たし、東京でピアノコンサートを行った。

スザンヌ・チアーニ オフィシャルサイト
<http://sevwave.com/>

楽の授業を受けた。1967年のことである。コンピュータから音が鳴るのを聞いたとき、彼女の中で何か弾けた。その後、指揮者を目指してカリフォルニア大学バークレー校の大学院作曲科に進んだ彼女だったが、そこでシンセサイザーの開発者であるドン・ブクラ(Don Buchla 1937-2016)に出会った。それからすべてが変わった。「私が学んでいたクラシック音楽の教授は、公然と『女には指揮者の資格はない』と言っていた。1960年代後半で、女性の権利の主張はまだ始まったばかり。それに指揮者は、誰かが弾いてくれないと自分の音楽を聴くことができない。でも電子音楽は、完全に自分でコントロールできる。他の誰にも頼る必要はなかった。私は、音楽との関係を他人に干渉されなくなかった。自分が作った音と関わるには、電子音楽は最適だった。」

シンセサイザーという「楽器」

ブクラのモジュラ・シンセサイザーは、いわゆる鍵盤を持たない「タッチプレート」式で、必要なモジュール同士をパッチコード(接続ケーブル)で接続し、信号をいく

つものツマミやスイッチで制御する巨大で複雑な「マシン」だった。

「それはいくつもの組み合わせができるモジュールで構成された、アナログの信号処理マシン。音を出す発振器、音色を変えるフィルタ、音量を変えるエンベロープ・ジェネレータ。とても素晴らしい楽器だったけど、当時のブクラはもう製造されていないし、自分のマシンを修理する部品もない。」

見た目も複雑なマシンだが、どのツマミが何で、どのコードがどこに行っているか、彼女はすべて理解していたのだろうか。

「もうめっちゃくちゃ(笑)。メモリがなかった頃、ライブでこの楽器を演奏するには集中力が必要だった。これをやって、これをここに繋いでと、ひと月は練習が必要。今はメモリがあるから、別の設定に瞬時に切り変えることができる。でも気は抜けない。これをみんなコードで接続しておいて、その接続をよく覚えておかななくてはならないから。ときには『これはどこ?あれはどこ?』とコードを辿ることになる。メモリを切り替えても、マシンの中のパラメータが変わるだけでツマミの位置は変わらない。ツマミが実際の位置にあるかは関係ないから、ちょっと曲者ね。」

電子楽器から生み出される音楽

そんな複雑な「マシン」であるモジュラ・シンセサイザーは、一見すると人工的、機械的で無機質な金属の塊だ。しかし彼女の音楽は、自然で、優しく、絵画的さえある。なぜシンセサイザーでそれが可能なのだろうか。

「それは私が女性だからだとよく思う。男性は、マシンを手にするると、強く叩いたり、ノイズを出したり、複雑なことをしたがる。でも私とそのマシンに惹きつけられた理由は、頼りになり、安心で、心地よいということ。人はあまりにゆっくりした動作は難しい。でもマシンは違う。『Seven Waves』は、当時の他の音楽に比べて、半分以下の速さ。とても、とてもゆっくりしたもの。私の使命は、本当にそれを肌で感じられるようにすることだった。」

その後のスザンヌは、シンセサイザーだけでなく、ピアノソロ、アコースティック楽器とのアンサンブル、また近年ではオーケストラ曲も作るなど、多彩な楽器とのコラボレーションを行っている。彼女が音楽を通して表現したいものは何なのだろうか。「どんな音楽でも、一番大事なことは、それ

を通して何か伝えたいことがあるということ。私の場合、それは『感情』。私は何かを『感じてもらう』ために音楽を作る。音楽のスタイルは問題ではない。何かそこに通じるものがあれば、それを感じ、繋がることできる。それがロックでも、オペラや電子音楽でもいい。大事なのは、何を伝えたいかなの。」

アナログ回帰考

現在スザンヌは、新しいブクラ型アナログ・デジタルシンセサイザーを使った演奏も行っている。アコースティック楽器からシンセサイザーへの回帰には、何か期するものがあるのだろうか。

「私は電子音楽から始めて、ゆっくりとアコースティック楽器に移って来たし、また戻ったり、進んだりしている。また電子楽器に戻るとは思っていなかったから、自分でも驚いている。でも今の電子楽器はとても面白い。私には過去の再発見になっているし、人々はアナログを積極的に体験したがる。『私たちが失ったものは何だ?立ち止まって、それを探そう』と。これは良いことだと思う。」

それはどういう意味か。「今、アナログが復権しつつあるのは興味深い。電子音楽はさらなる広がりを見せている。初期のモジュラ楽器は、積極的な体験や、楽器との個人的なつながりを与えてくれた。当時、私たちは電子音楽演奏という新しい取り組みを始めた。世間はすぐに、それがフルートやチェロの音を出せることに気づいたし、伝統的な鍵盤というインタフェースも持たせた。でもそのことで電子音楽の真の可能性を見失ってしまった。今

の新しい世代の人々は、ノブやツマミ、パッチコードを使ったモジュラ型にもう一度戻りたがっている。楽器を演奏するには長い練習が必要。バイオリンの技術を磨くには大変な年月がかかるけど、ブクラを演奏するのも同じ。それはフルートやチェロを鳴らすとは違う、新しい演奏技術なの。」

作曲家か、先駆者か

スザンヌの人生観を聞くと、ファーストアルバムを出したときの座右の銘を教えてくれた。「『何もなくていい、すべてうまくいく』。だから何もすることはなかったし、心配しないようにしていた。人間にとって、恐れは一番マイナスな力。そしてそれはいつでも私たちの内側にある。『アポに間に合わなかったらどうしよう』『あんなったら、こうなったら・・・』。だから恐れを止めるように、自分に言い聞かせなくてはいけない。恐れは自分を守る手段として本能的なものだけど、それ以上の効果はほとんどない。失敗を恐れるくらいなら、『心配しない。何事も、なるようになる』と思った方がいい。」

シンセサイザーの先駆者、作曲家、演奏家。様々な呼び方ができるスザンヌだが、



彼女自身は、自分を何によって憶えられたいと考えているかを最後に聞いた。

「私は、自分が作曲家だと思っている。それが私のアイデンティティ。でも世間は私を電子音楽の先駆者だと見ている。それは否定できない。テレビのショーへの出演を依頼されたとき、『出るのはいいいけど、電子オタクっていうのはイヤよ。ちゃんと演奏させて』と頼んだ。でもそこで私が演奏を始めたら、コマーシャルが変わっちゃった。電子音楽については、いつもこんな風になる。アイデンティティは、自分では完全には選べない。それはたぶん変わっていく。今から200年後に、誰かが私のピアノの楽譜を見つけて感動してくれるかも知れないし、そうでないかも知れない。それは誰にもわからない。」

【こぼれ話】

筆者が彼女の音楽と出会ったのは30年前の高校時代、FMラジオであった。彼女の音楽に憧れ続けた自分が仕事で本人に会えるとは、人生の妙。一緒に移動中、「飛行機で偶然隣の席になって音楽の話ができたらと夢見ていた」と彼女に言う。「電車だったわね」と笑われた。至福だった。



ブクラ・シンセサイザーを操る ©sevwave.com



2006年のピアノコンサート ©sevwave.com



特集

響く

無響室に入った子供たちが一様に顔をしかめ、辺りを見回す。リオンの工場見学ではよく見られる一コマだ。音の反射がほとんどない無響室という非日常空間を体験すると、響きがいかに重要で、ありがたいものであるかを実感できる。音源から出る音も、響かなければ無味乾燥なものでしかない。響きは音を活かし、豊かにし、感情さえ伝える。そして人は、響きを聴くだけでなく、響きを作り、また測ることもできるのだ。

01 研究紹介

声道模型を通して見えるもの

2016年春の日本音響学会デモ会場。混雑の中で、「あー」「いー」という声が聴こえた。しかし何やら不思議な響きだ。何だろうと近寄ってみると、一人の男性がピストン状のものに空気を送り込んで「あー」「いー」と出している。まるで人の声だ。それに、なんとシンプルな構造。それが、上智大学の荒井隆行教授が研究する「声道模型」だった。

声道模型とは？

荒井教授は、1998年の研究室スタート時から声道模型の研究を続けている。声道模型は、人の声を模擬することを目的として作られた模型である。母音用の声道模型は、20cmほどの長さの筒だ。音源となるスピーカの台の上に筒を置いて鳴らせば、見事に母音に聴こえる。筒の中の

空気の通り道となる管の太さを様々に変えることで、「あ」「い」「う」「え」「お」の各母音の発音が可能だ。たとえば「あ」では、細い管（喉側）と太い管（口側）の組み合わせ。驚くほどシンプルである。「シンプルなのは、教育的な観点から、本質的な部分を残して余分なものをそぎ落としていった結果です。筒の中で、細い隙間のあるパーツの位置を動かすだけで

「あ」「い」「う」は出せません。研究開始当初から、人間が声を出す仕組みを学生にいかに関わりやすく説明するかという課題がありました。黒板に描いたり、スライドを使っても理解してもらうのはなかなか大変です。何とかモノで見せたい。それで模型を使ったのです。授業でこれを使うと、音声の仕組みを直感的に理解してもらえるようになりました。これが声道模型

の教育的な方向性です。」
図1に、パイプの径を様々に変えた5つの母音の声道模型を示す。

音声研究の原点

母音は、音源である声帯振動と、共鳴器である声道（口腔、鼻腔を含む）で形成される、比較的定常的な音声である。赤ちゃんが生まれて最初に発するのは母音だ。その物理的特徴は、基本周波数と共鳴周波数。基本周波数は声の高さに対応する声帯振動の周波数、共鳴周波数は声帯振動が声道で増幅されて音色を決めるいくつかの周波数である。人間にとって最も基本的な音声と言えるが、19世紀から本格的に始まったその研究過程では、様々な理論が提唱され、混迷の度を増していた。

そんな母音論争に終止符を打ったのが、音声学者の千葉勉と物理学者の梶山正登が著した1942年の「The Vowel」^[1]だった。千葉と梶山は同書で、母音発声における口腔の形と音響的特性、および等価共鳴器と共鳴周波数との対応を明らかにした。同書が画期的だったのは、声道模型から生成される「人工的な母音」が、実際の

母音と同じ特徴を持つことを確認した点である^[2]。近代科学の原点がニュートンの「プリンキピア」であったのと同様に、現在の音声研究の原点は同書である。千葉は東京外国語学校在任中に同書を出したが、その後、上智大学でも研究を続けた。「私の声道模型の研究は、世界で初めて母音を体系化した千葉先生がここで蒔いた種の延長上にあります。声道模型では、ある発話に必要な人間の器官を部分的に模擬することで、何度も発話させながら実験を繰り返すことができます。唇を閉める、鼻へ行く気流を制御するために弁を開け閉めする、舌を上へあげるなどの動作を組み合わせると、音に変化する。それを試行錯誤しながら繰り返し観察できます。声道模型は、教育用にシンプルさを追求するとは別に、千葉先生が明らかにした発声のメカニズムをさらに追及するという、研究的な方向性も持っているのです。」

研究用の声道模型（図2）は、実際の人間の喉と同じように途中で直角に曲がっており、唇や舌の動作を模擬する機構などがついている。舌を模擬するラバー状の素材を使った模型もある。喉側を狭く、口側を広くすると「あ」になるし、「い」「え」は舌の上下のわずかなコントロールで出し

分ける。「あ」の口の構えで唇を完全に閉じてから解放すると「ば」が出せる。「ば」で鼻に息を逃がすと「ま」になる。日本人には苦手な「r」と「l」を発音する模型もある。「『r』用の模型は、『i』や『e』の英語の微妙な発音の違いを仕分けるのにも応用できます。発音が苦手な人を訓練するのに、舌の位置の数mmの違いを手で体験してから発音してもらいます。こうして発音訓練を自分の指で行うと、舌が指のように使えるようになって、発音が良くなります。また、発話が困難な患者さんにこの模型を使って説明すると、発声や構音の原理を理解することが可能になります。すると言語訓練がしやすくなる。このように、声道模型を言語教育応用や臨床応用に使うこともできることがわかってきました。」

荒井隆行教授
上智大学理工学部
情報理工学科



(左) 図1 パイプ型声道模型
(右) 図2 研究用の声道模型の例
(YouTubeより)
<https://www.youtube.com/watch?v=BKbbQC0WKvQ>





声道模型の意義

現在は、コンピュータによる音声技術の進歩が著しい。カーナビや人工知能も、発せられる言葉はコンピュータで合成された音声だ。そんな中、声帯振動を与え、共鳴器である声道模型を響かせて声を出すというアナログなやり方をあえて追求する意味とは何か。肺を風船で、横隔膜をゴム膜で模した模型(図3)で空気を送ると、「あー」とため息のような実に人間らしい音声を出した。

「もちろんコンピュータの利用価値は大きいと思います。実際、私たちも会話支援システムなどの研究に携わっています。ただ、スピーカからコンピュータの音声が流れても、人はもう驚きません。ところが、こういう模型で音声がでると、みな驚き、目を輝かせるのです。この差は何か。頭を載せて『あ』しか言わない模型でも、まるで本当の人間の音声に聴こえます。ここに何か本質的な違いがある。スピーカから出る音とは同じでも、人に与える印象、効果が違う。そこに、人間の音声コミュニケーションの本質が含まれているのだと考えています。」

「声」の研究を通して

シンプルな声道模型は「個性」をそぎ落としていった結果だが、その逆をいけば、よりその人らしい、個性を追求できると荒

表1 主な声道模型の展示施設(2016年11月現在)

場所	所在地	備考
テクノラマ	チューリッヒ(スイス)	終了
静岡科学館「る・く・る」	静岡県静岡市	常設
日立シビックセンター	茨城県日立市	常設
沖縄こどもの国ワンダーミュージアム	沖縄県沖縄市	常設
ヘンデルハウス	ハレ(ドイツ)	常設
エストニア国立博物館	タルトゥ(エストニア)	常設 エストニア9母音
ドレスデン工科大学	ドレスデン(ドイツ)	準備中

井教授は語る。

「声の個性には、声道の微細な形状の差がもたらす響きの違いに加え、声の高さ、息の混じり具合、アクセント、イントネーションなど、いろいろな要素があります。声から犯人を特定するなどの場合には、それらを分析して特徴をあぶりだします。私たちの研究室の重要なポリシーの一つは『人のため』です。単に『面白い』ということではなく、常に『人を助け、支援できることは?』ということを考えています。同時に、声の個性を追求していると、『人間の声は他の音と何が違うか?』といった根本的な問いにまた戻ってくる。このように原点に立ち返って、人間の本質を見つめなおすと、そこにまたブレイクスルーがあったりする。その中での声道模型なのです。」

荒井教授は、肺外科医の父の背中を見て育ったという。医師にはならなかったが、音声の研究を通して、人の役に立つことに拘ってきた。模型を通して見つめる先は、

紛れもなく、人間である。

荒井教授の開発した声道模型が各地で展示されている。表1に主なものを示す。
取材：岡本伸久

(参考文献)
[1] T. Chiba and M. Kajiyama: "The Vowel: Its Nature and Structure", Tokyo Kaiseikan, 1942 (邦訳「母音—その性質と構造—」岩波書店, 2003)
[2] 荒井: 声道模型, 日本音響学会誌, 63(8), p.470, 2007

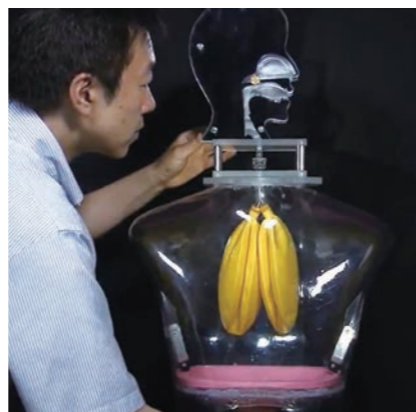


図3 肺と頭部形状の模型
<https://www.youtube.com/watch?v=fG151ztS968>

02 測定事例

礼拝堂の音響測定

～ユニークな設計で音響的課題を解決 東京聖書教会(東京都目黒区)

車が激しく行き交う幹線道路の交差点の角に建てられた教会。

しかし礼拝堂内に一步入ると、外の喧騒が嘘のように、非常に静かで落ち着いた空間である。

2016年3月に竣工したこの礼拝堂の音響測定(屋外騒音、遮音性能、残響時間)を、リオンの計測機器を用いて実施した。

音響的課題

アメリカ人宣教師夫妻により設立された東京聖書教会^[1]は、60年以上にわたり、当初からの建物を使用してきた。長年の願いであった建て替えを実現するにあたり、最大の課題が「音響」であった。宗教的行為である礼拝には静寂性が求められる。目黒通り(片側2車線)と自由通り(片側1車線)の交差点の角に位置し、その騒音レベルは70 dBを超えるため、高い遮音性が求められた。鉄筋コンクリートであれば壁を厚くすることで一定の遮音量が得られるが、諸々の条件から木造とすることになっていた。また、プロテスタントである同教会の礼拝では、牧師の説教と会衆讃美を重視する。説教の明瞭性のためには残響時間が短いことが望ましいが、聖歌隊をも持つ同教会では、歌声の豊かな響きに長い残響時間が求めら

れ、音響的には相反する性能が必要であった。同教会では、これらの課題を設計上の工夫で解決した。

設計・施工上の工夫

設計に際し、教会が重視する礼拝要素にも配慮した結果、次のような方針で設計を行うこととなった。

- ・遮音：礼拝堂の回りに、壁を吸音性にした回廊を設けて外来騒音を遮断する。
- ・響き：礼拝堂内部は極力吸音処理せず、全面板材として拡散性を持たせる。
- ・明瞭性：拡声用として、音の直進性に優れた平面波スピーカを設置する。
- ・デザイン：礼拝堂本体は八角形とし、前方3面に講壇、聖餐桌、洗礼槽を配置する。

こうして、正方形を45度ずらして重ねたユニークな形の礼拝堂が完成した(図1～3)。

屋外騒音測定

教会の敷地境界(図4 M0)に騒音計NL-52を設置して屋外騒音を測定した。

屋外の道路交通騒音は10分間の等価騒音レベルで71.2 dBであり、信号の影響で若干のレベル変動はあるものの、定常的な騒音が発生していた。

遮音性能測定

礼拝堂内の室内騒音を計測した結果、NC-20*となり、礼拝堂内は多目的ホール等に要求される非常に静かな空間相当であった。

*NC値についてはp.16の記事で解説している

次に、JIS A 1430^[2]に準じて、礼拝堂の遮音性能を測定した。本礼拝堂は外周壁との間に回廊が設けられているため、屋外一回廊間と礼拝堂内一回廊間をそれ



図1 教会外観



図2 礼拝堂内

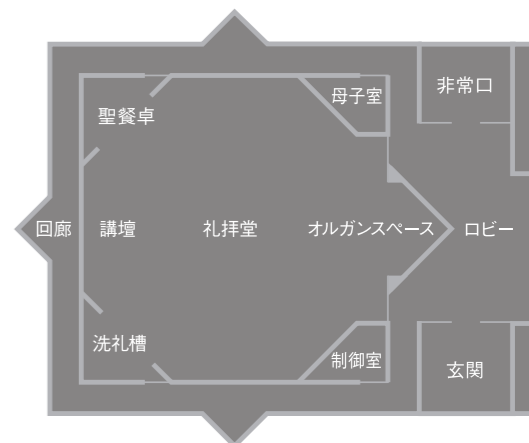


図3 礼拝堂見とり図

ぞれ測定した(図4)。測定方法は、外周壁全体を対象とする全体法を用いた。音源は、屋外一回廊間では道路交通騒音を用いて内外音圧レベル差を、礼拝堂内一回廊間ではスピーカを礼拝堂内に設置して音圧レベル差を計測した。

使用した測定機器はタブレット型の高機能計測システムSA-A1と内蔵オプションプログラムである1/3オクターブバンド分析プログラムSX-AIRT、マイクロホンはUC-53A、プリアンプはNH-22、ノイズ音源はSF-06を使用した。測定点は礼拝堂内4点(M3を除く)、回廊と屋外に各1点の計6点配置した。全てのマイクロホンは

壁から約1m離し、床から約1.5mの高さで設置した。交通量は、測定中の10分間で目黒通りでは350台程度、自由通りでは90台程度の通過車両があった。礼拝堂内のスピーカの位置はS1の1点とした。

屋外一回廊の遮音量は125 Hzで22.4 dB、2 kHzで43.6 dBで、回廊においては屋外の道路交通騒音が微かに聞こえる程度まで減少していた(図5)。

礼拝堂内一回廊での遮音量は、125 Hzで23.7 dB、2 kHzで36.4 dBであった(図6)。礼拝堂内の音が回廊に出るドアの間から僅かに漏れて聞こえた。2つのグラフより、屋外から礼拝堂内への遮音効果は、

125 Hzで50 dB程度、2 kHzで80 dB程度であった。回廊を設けることによって、道路交通騒音を礼拝に影響しない程度まで低減できたと考えられる。



遮音性能測定中の様子

残響時間測定

残響時間は、周波数帯域ごとに、定常レ

ベルから60 dB減衰する時間と定義されている。ISO 3382-1^[3]に規定されているノイズ断続法により、音源位置、測定点を複数とり、複数回測定してそれらの平均値を求めた。

使用機材は、多チャンネル分析処理器SA-02Mと、空気音・床衝撃音遮断性能測定ソフトAS-20PC5である。AS-20PC5は、ノイズ断続や、測定後の平均残響時間を自動算出するため、測定時間が短縮できる。表1に主な測定条件を示す。測定点は講堂内5点にマイクロホンUC-53AとプリアンプNH-22を用いて、遮音測定と同様に配置した。表2に測定結果を、図7、図8に測定画面を示す。

最適残響時間は、室の用途と容積に応じた望ましい残響時間で、一般に500 Hz帯域での値で表される^[4]。室容積が大きくなるに従って長めの残響時間が適している。今回の測定結果は、室容積が約1200 m³、500 Hzに対する残響時間が2.25秒であった。図9と比較すると、若干長めであるが



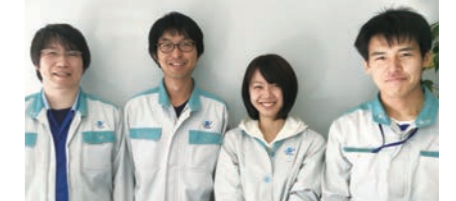
残響時間測定中の様子

「教会音楽」の範囲内であった。

[1] 東京都目黒区八雲2-9-9
http://tokyobile.com/
スマホ等で鑑賞できる礼拝堂内部の360度動画はこちら
https://youtu.be/cKkpFmzPSmk



[2] JIS A 1430:2009 建築物の外周壁部材及び外周壁の空気音遮断性能の測定方法
[3] ISO 3382-1:2009 Acoustics-Measurement of room acoustic parameters - Part 1: Performance spaces
[4] 前川純・「建築・環境音響学」共立出版 pp.62



測定者(左から)内藤大介(記事)、米元雄一、藤田知穂、永井篤 いずれも開発部

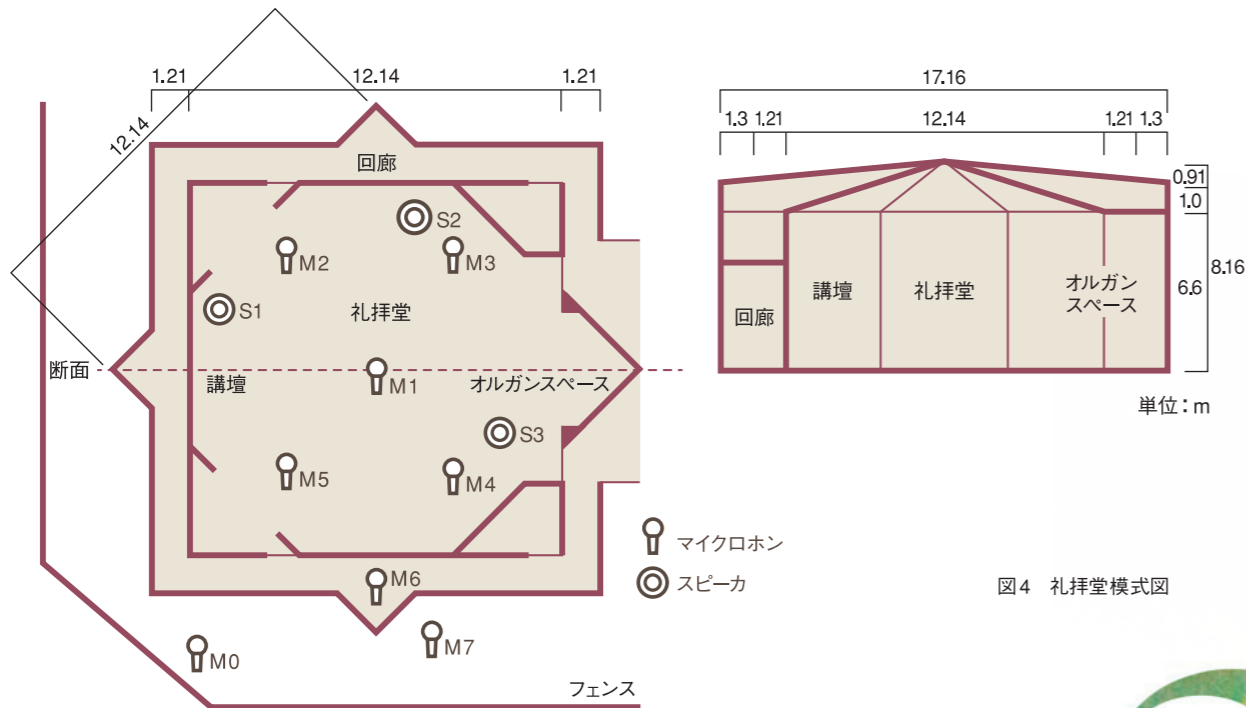


図4 礼拝堂模式図

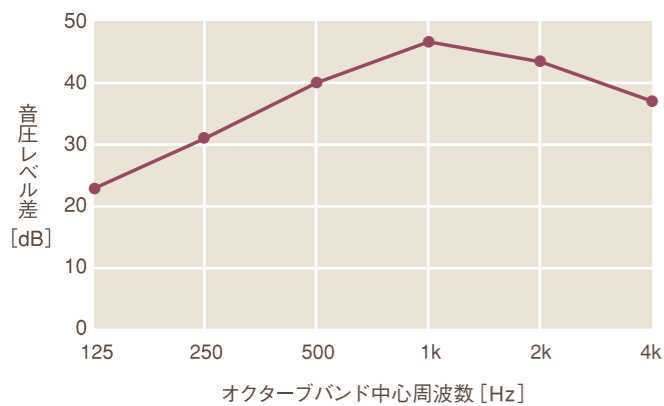


図5 遮音性能(屋外一回廊間)

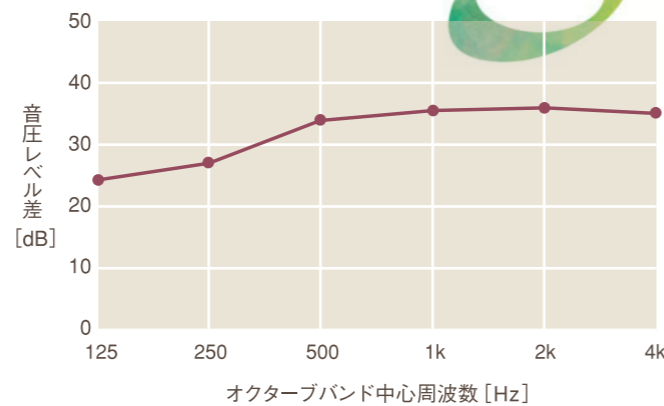


図6 遮音性能(回廊一室内間)

表1 主な測定条件

測定手法	ノイズ断続法
測定量	オクターブ
音源位置数	3
測定点数	5
繰返回数	5
測定周波数	125 Hz ~ 4 kHz (オクターブ)

表2 測定結果

周波数帯域	残響時間[秒]
125 Hz	2.02
250 Hz	2.34
500 Hz	2.25
1 kHz	2.27
2 kHz	2.29
4 kHz	2.16

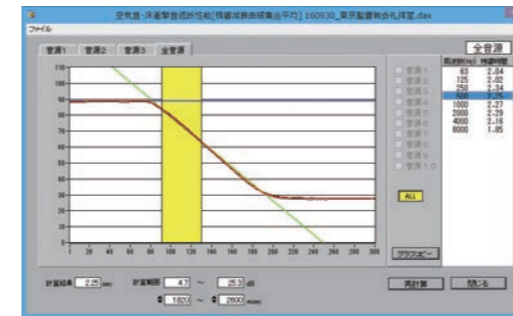


図7 減衰曲線グラフ(AS-20PC5)

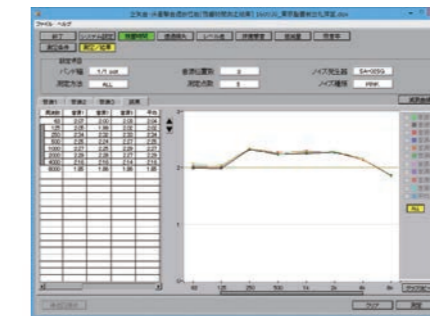


図8 残響時間測定結果(AS-20PC5)

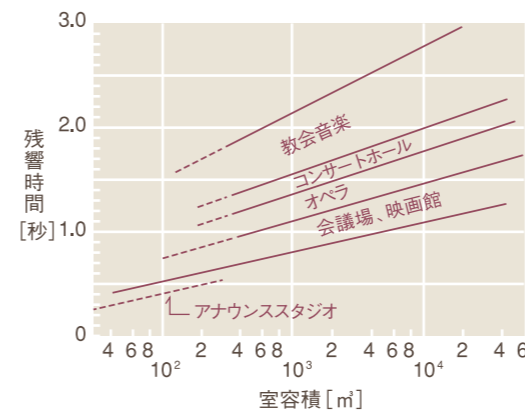


図9 最適残響時間の範囲(500 Hz)

わかった！計測器

当社の計測器をタテ・ヨコ・ナナメから3回シリーズで解説します

地震計（第1回）

「地震を数値化する」

地震が起きるメカニズムは比較的良好に知られている。プレートテクトニクスや、火山活動による図解をテレビなどで見る機会も多い。一方、地震が起きると必ず発表されるのが、マグニチュードや震度といった値である。これらは、どのように算出され、どんな役に立っているのだろうか。地震計を巡る話題を3回シリーズでお届けする。

昔の「地震計」

詳細な記録が残っている最初の地震検出装置は、中国の後漢時代、西暦132年に学者、張衡によって考案された地動儀（図1）である。円筒の周囲8方向に、口に玉を含んだ竜が配置されている。地震で揺れると震央方向の玉が最初に落ちて下方の蛙の口に落ち、大きな音を鳴らす仕組みである。人が感知できない揺れでも玉が落ち、数日後に遠地から地震を告げる使者が来たので皆が驚いたという^[1]。

日本では、歴史学者である磯田道史氏の著書「天災から日本史を読みなおす」に興味深い一節がある。

「江戸で地震がおきると、大名などは、將軍様に『地震大丈夫でしたか』と、ご機嫌うかがいの使者を出さねばならない。しかし、どのくらいの揺れの地震から使者を出すのかという問題がおきる。震度一や二で地震見舞いを出せば笑われる。(中略)そこで考え出されたのが天水桶だ。天水桶の水は、おおむね震度四以上でこぼれる。江戸の武家社会は、

これを利用した。(中略)天水桶は江戸人の地震計であった。」^[2]

地震の数値化

人的・物的被害を生じる地震を数値化することは、次のようなことに役立つ。

- ・被害を防止する。これは列車の停止など、交通や設備の運転制御に使用される。
- ・被害の範囲を把握する。これにより支援の必要な範囲が把握できる。
- ・被害の程度との相関関係を知る。これにより建築上の基準などを定めることができる。
- ・防災に役立つ。

地震を表す数値として、マグニチュードや震度はよく知られているが、震度はある地点での地震の揺れの強さを、マグニチュードは震源で発生した地震そのものの大きさを表す。マグニチュードが大きければ「大きな地震」と言えるが、1つの地震でも、一般に震源に近い場所では震度は大きく、震源から離れれば震度は小さくなる。すなわち、震度は

場所により異なるが、マグニチュードは1つの地震に対して1つの値である。他にも、最大加速度、最大速度や SI 値など様々なものがあるが、ここでは3つの値について解説する。

1. マグニチュード

マグニチュードは地震の規模（エネルギー）を表す量で、米国の地震学者 Richter (1935) が「震央距離 100 km に置かれた Wood-Anderson 式地震計の 1 成分の記録紙上の最大振幅 A (μm) を測り対数をとったもの」^[3] と定義した。実際には震央距離 100 km に地震計があるのは稀であることや、地震のタイプによって一概には言えないことから、いくつかの方式が提唱されている。日本の気象庁では、深さ 60 km 以上の場合、次式を用いてマグニチュード M を推定している（気象庁マグニチュード）。

$$M = \log A + 1.73 \cdot \log \Delta - 0.83$$

Δ：震央距離 (km)

A：水平 2 成分をベクトル合成して得た最大地震振幅 (μm)

マグニチュードが 0.1 上がると、エネルギー

は約 1.4 倍になる。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災のマグニチュードは 9.0 で、1923 年 9 月 1 日の関東大震災の 7.9 に比べると、エネルギーは約 45 倍ということになる。

2. 震度

震度は長らく、体感や周囲の状況から推定されていたが、測定者の主観が入る、震度の決定に時間がかかる、発表の地点数が限られるという問題があり、1995 年の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）の翌年に、地震計で観測された加速度波形から「計測震度」を算出した上で、10 段階の震度階（表 1）に換算することになった。

計測震度は、体感と合わせるために、物理的な振動の大きさそのものではなく、人間の振動の感じ方に近くなるようなフィルタをかける。その手順は、まず X、Y、Z

方向の時間加速度波形をフーリエ変換して周波数分解し、周波数フィルタ（図 2）をかける。それを 3 軸成分ごとに逆フーリエ変換して時間加速度波形に戻してから、3 成分をベクトル合成する。最後に、ベクトル合成値の絶対値からある値 a を求め、次の式に代入すると計測震度 I が出る。

$$I = 2 \cdot \log(a) + 0.94$$

※ベクトル合成値がある値 a 以上となる時間の合計がちょうど 0.3 秒となるような値 a。^[4]

3. SI 値

SI (Spectrum Intensity) 値は構造物の被害率との相関が高く、地震によって建物にどれくらいの被害が生じるかを表すことができる。これは、地震の揺れ方に対して構造物がどの程度のエネルギーで揺らされているかを物理モデルから求めているためである。減衰定数 20% の

物理モデルから地盤の揺れによる速度の最大値 Sv (速度応答スペクトル) を求め、さらに一般的な構造物が持つ固有周期帯域 (0.1 ~ 2.5 秒) における Sv の平均値を SI 値としている。

地震計は、いつ発生するかわからない地震による被害をできる限り最小限に抑えるために常時監視を行う装置である。次号では地震計のしくみについて述べる。

- (参考文献)
 [1] 後漢書
 [2] 磯田道史「天災から日本史を読みなおす」中公新書 p.48
 [3] Richter: "An instrumenteal earthquake magnitude scale", BSSA Vol.25 No.1, 1935
 [4] 気象庁ホームページ「計測震度の算出方法」



中村浩 開発部



図1 張衡の地動儀 (写真提供 国立科学博物館)

表 1 気象庁震度階級

震度階級	計測震度	震度階級	計測震度
0	0.5未満	5弱	4.5以上5.0未満
1	0.5以上1.5未満	5強	5.0以上5.5未満
2	1.5以上2.5未満	6弱	5.5以上6.0未満
3	2.5以上3.5未満	6強	6.0以上6.5未満
4	3.5以上4.5未満	7	6.5以上

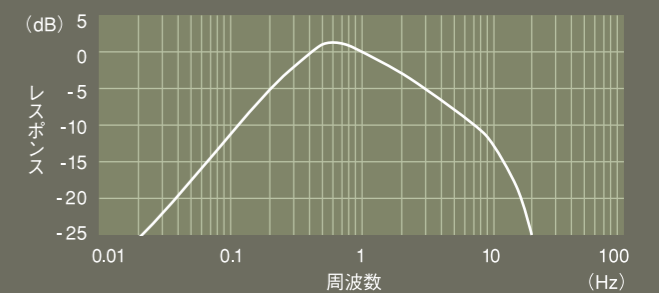


図2 計測震度補正フィルタ特性

製品温故知新

純水から作動油まで ~国産初の液中微粒子計数器
KL-01



1977年に国産初の気中微粒子計 KC-01を発売した当社は、次の課題である液中微粒子計の開発に着手しました。1981年のことです。開発に関わった新敷茂さん*にお話を伺いました。

* 執行役員。KL-01開発当時は技術本部環境測器技術部第一グループ

—— 液中微粒子計開発の背景を教えてください。

1980年当時は外国製の液中微粒子計を販売していました。これは多くのパーツをコンポーネント化した大がかりなシステムだったため、研究所や試験所で設置した状態で測定していました。そこで、当社の液中微粒子計の開発目標として、オールインワンで持ち運びができ、粒子検出部も交換できることとしました。

—— 当時の液中微粒子計は何に使われていたのでしょうか。

航空機関連のフラップや方向舵を動かす作動油の汚染管理で、主に新油の管理です。この測定には、試験液をろ過して顕微鏡によりその大きさと数を測定する方法と、試験液を微粒子計に直接導入して測定する方法があります。

—— 開発は何から手をつけたのですか。

日本潤滑学会(現・日本トライボロジー

学会)の分科会で、液中微粒子計の基礎となる校正液製造、校正、測定方法を勉強しました。微粒子計は校正液を用いて管理するので、校正液の製造も重要なのです。

—— 校正液とはどのようなものですか。

ACFTD^[1]校正液といい、エアフィルタの目詰まり試験に使用されている粉体を航空機用作動油に一定濃度で分散させた液体です。校正液が重要なのは、液中微粒子計の値を評価するために定められた「粒

径値」を設定する必要があるためです。

—— 液中微粒子の検出原理を教えてください。

作動油関係ではISO 4402(ACFTD校正法)^[2]、医薬品関係では日本薬局方で光遮へい法と規定されていました(当時)。気中微粒子計で主に採用されている光散乱式とは異なる方式です。光遮へい方式は、光が微粒子に当たって散乱し減光された程度(光エネルギーの減少分)を測定します。このセンサの応答特性の理論計算には当時のコンピュータで3日程度かかりました。現在は数秒です。コンピュータの発展には驚きます。従来の光源であるタングステンランプは、そのフィラメントが振動に弱いため、半導体素子のLEDを採用しました。

—— 発売したのはいつですか。

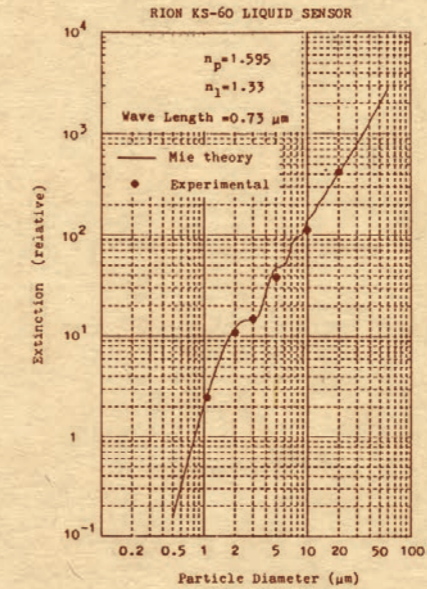
1984年(昭和59年)です。翌1985年、「第4回空気清浄とコンタミネーションコントロール」で、「液中粒子状汚染物質測定装置の開発」としてKL-01及びそのセンサKS-60の開発を発表しました。

—— KL-01の特徴を教えてください。

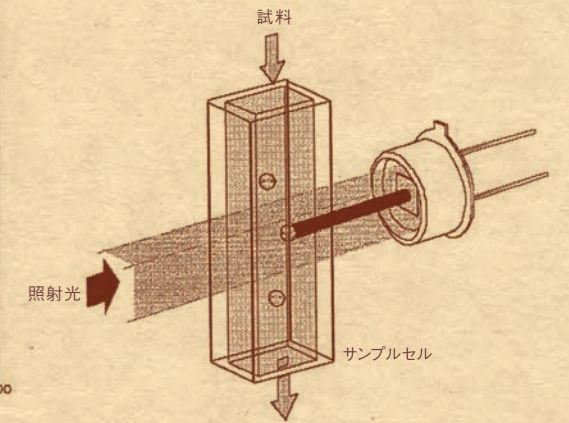
センサ交換可能な一体型(ポータブル)、センサ応答特性理論、それに低価格です。本体は流体部、センサ部、電子回路部で構成されています。流体部は、試料液体をセットし、チャンバ内を加圧してセンサに試料液体を導入し、測定後に自動的に排出する回路です。流体回路の洗浄を考慮した材質を使用しています。電子回路部は、センサのレベル合わせ、粒子信号



新敷茂さん



3日かかって計算したセンサ(KS-60)の応答特性



測定原理

の粒径分析(6ch)、表示や印字、電磁バルブや加圧ポンプ等の制御を担っています。

—— 市場の反応はいかがでしたか。

開発の経緯から、油市場をターゲットに販売活動を開始しましたが、その後、製薬、半導体市場へも拡大していきました。価格が400万円程度とリオン製品では高価なので市場の受け入れに不安がありました。外国メーカーの液中微粒子計の価格が1千万円以上していたため、あるお客様から「そんな低価格の物は信用できない!」と言われたことは、今でも強烈に覚えています。その後、製品の改良、コストダウン、オプションの追加等により400台以上を販売しました。

—— その後のエピソードはありますか。

現在は使用されていませんが、金属精密加工部品の洗浄剤フロンは浸透性が高く、精密な加工部品の隅々に浸透し洗浄効果の高い万能な薬液として珍重されていました。発泡性も強いため外国メーカーの機器では計測できず、当社にフロンの製造会社ならびにそのユーザから問い合わせが殺到しました。センサ内の圧力を上げ、発泡を押さえて計測する方法を考案し、フロンの

計測が可能となりました。

また医薬品業界では、注射剤中の不溶性微粒子測定の第一人者であった九州大学薬学部の故青山敏信先生の目に留まり、KL-01を使用した論文が米国で発表されました。先生から日本の製剤会社にKL-01を紹介していただき販売を伸ばしました。

—— 開発者として思うことは何ですか。

当社として初めて液中微粒子計を開発するにあたり、当時の電気計測器の基本的な電子回路設計、機構設計に加え、光学、流体力学、化学、プログラミング技術などの専門家の協力で、一つの製品を完成することができました。

市場により製品の要求事項は異なります。半導体デバイスでは最小可測粒径のような最先端の計測技術が求められているのに対して、製剤市場では信頼性といった製品の完成度が求められます。最近では、ユーザの使いやすさを重視した設計も必要になっているので、これからはマン・マシンインターフェース技術の向上に期待しています。

[1] Air Clean Fine Test Dustの略で、米国アリゾナ砂漠の天然砂塵。

[2] ISO 4402 油圧; 自動液中微粒子計数器の校正; ACFTD 校正法

聞き手: 庄子英樹

オフィスから
こんにちは



音響振動計測器のヨーロッパ窓口

リオン株式会社 欧州駐在員事務所

リオン株式会社欧州駐在員事務所は、ヨーロッパにおける音響振動計測器部門のビジネス拡張のため、2002年にオランダに開設されました。

2016年5月にデンマークに拠点を移し、日本からの駐在員1人を含む計3人で業務を行っています。

主な業務内容はヨーロッパ各国のお客様サポート及び市場調査です。ヨーロッパでは地場の音響振動計測器メーカーが多数ある中で、多くのお客様にリオン音響振動計測器をご愛顧いただいております。「高品質」「使い勝手の良さ」が評価されたときには、世界共通のニーズである「信頼性の高い計測」で選ばれていることを実感できます。日々の活動の中では、製品販売のみならず、サポート面においてもリオンのもつ誠実さ・真面目さを活かし、お客様ひとりひとりと向き合っています。

欧州駐在員事務所では、今後もリオンが培って

きた技術・製品と「おもてなし」の心をもって、ヨーロッパ社会と産業の発展・向上に貢献できるように努めてまいりたいと思っています。デンマークにお越しの際は是非当事務所へお立ち寄りください。カールスバーグを冷やしてお待ちしております



(左から) 萩原所長, T. Königsfeldt, P. Simonsen

RION Co., Ltd. Europe Representative Office
Agern Allé 24, 2970 Hørsholm, Denmark
TEL : +45 38 42 25 50
<http://www.rion.co.jp/corporate/map.html>



サイエンス コラム

「雪の色って何色？」

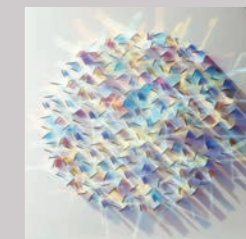
スポーツ全般が苦手な筆者だが、唯一と言っていいくらい人並みにできる(と思っているだけ?)スポーツが、スキーである。白銀のゲレンデを滑る疾走感や、コブ斜面を攻略した時の達成感はいまもたまらない。粉雪の舞う中リフトに乗っている時、スキーウェアにきれいな雪の結晶が舞い落ちるのを見るのも一興である。そこでふと考える。「教科書などで見た雪の結晶は透明なのに、この結晶は白っぽくないか? いやそれどころか、降っている雪や積もっている雪は、なぜ透明ではなく白いのか?」

そもそも「色」とはどのようなものなのか。自ら光っていないものの色は、照らされた光から反射した光を「目」というセンサを通して「色」として認識している。たとえば、太陽光の下で葉っぱが緑色に見える。これは、さまざまな波長を併せ持った太陽光から、葉が緑色の波長の光のみを反射し、その他の波長の光を吸収するためである。同じく赤いリンゴは、赤い波長の光のみを反射するので「赤色のリンゴ」となる。すべての波長(可視光)を反射するものは、白として認識される。

さて、話を雪に戻そう。雪の結晶が透明なのは、光を反射や吸収せずに「透過」しているためである。では降っている雪や積もっている雪がなぜ白いのか。これは、集合体となった雪の結晶に光が照射されたときに、結晶の複雑な形状と間の空気とで光が乱反射を繰り返し、ほとんどの波長が反射するからである。そのため雪は「白」として認識されるのだ。

ちなみにスキーは、群馬の水上(個人的な関係はないが)、新潟、長野、北海道など、いろいろな場所に行っている。中でも、気温が低いときの長野のパウダースノーが、きらきらしてお気に入りである。

水上敬 開発部



光の反射をモチーフにしたガラスアート作品
“Orderd Chance” ©Chris Wood (Light artist)
<http://www.chriswoodglass.co.uk/>

教えて!

そうじゅん
先生



Q. NC値とは何ですか?

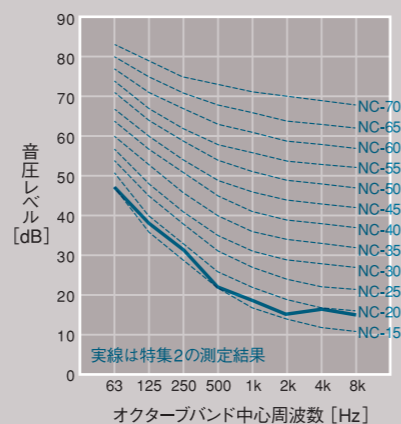
NC (Noise criteria) 値は、室内騒音のうるささ(静けさ)の評価指標の一つです。環境騒音を客観的に数値化するには、A特性音圧レベルをはじめ様々な評価値がありますが、室内騒音を対象とし、空調騒音のような定常的で広帯域スペクトルをもつ騒音のうるささを評価するために使われるのがNC値です。これは米国の音響学者のL.L.Beranek氏が提案した評価法に基づいて決められています。

図のNC曲線は、NC値を求めるために使われるグラフです。まず、室内騒音のオクターブバンド毎の音圧レベルを測定して、NC曲線のグラフ上にプロットします。そして、すべてのプロットした点を上回る最下位の曲線を見つめます。その曲線につけられた値がNC値で、この図の場合はNC-20となります。

NC値はその値が小さいほど静かであることを示し、オフィスにおいてがまんできる騒音の大きさを

の限度はNC-40程度、コンサートホールではNC-15以下が望ましい、など用途に応じた室内騒音の許容限度値の目安として使われます。

なお、国内ではNC値と同様な指数として、日本建築学会が室内騒音の等級を求めるために定めたN値も用いられています。



東北の雪深い地方では、「かまくら」と呼ばれる雪洞を作り、祭壇を設ける。雪の積もる静寂の中、人々は翌年の豊作を水神に祈願する。

社員はV!

仕事にプライベートに輝いている社員の姿をお届け

高田貴世さん（開発部）

ホルンの魅力はアンサンブルです。

（ホルンについて）

「角」が語源の金管楽器の一つで、「世界で一番難しい金管楽器」として、ギネスブックで紹介されている。柔らかく深々とした音色で、金管と木管の中間に位置するハーモニー楽器。ベルと呼ばれる開口部に入れた右手の位置によって音が変わることが特徴。



——ホルンとの付き合いは？

小学校の鼓笛隊に入ったことが音楽を始めたきっかけです。トランペットを希望しましたが選考から外れ、大太鼓を担当しました。中学校では吹奏楽部に入部。憧れだったトランペットではなく、なぜかホルンを選択してしまったことが、ホルンを始めた理由です。しかし学校から貸出されたのは、通常使われているフレンチホルンではなく、ホルンの簡易版のメロフォンで、3年間演奏しました。高校の brass band 部は1年間で辞め、受験勉強に専念しました。大学では、オーケストラに入り、ホルンを再開しました。オーケストラは吹奏楽に弦楽器と打楽器が加わった編成なので、ホルンを演奏する私にはとても合っていました。リオンに入社して数年後、社内の方からホルンアンサンブルを紹介して頂きました。

——ホルンの魅力を教えてください。

ホルンは、右手をベルの中に入れて楽器を支えています。右手はその他に、手の形を様々に変えて、音程や音質をコントロールしたりします。金管楽器で右手をこのように使って演奏するのはホルンだけではないでしょうか。ホルンはアンサンブルが楽しい楽器だと思います。和音が素晴らしく、ソロよりもハーモニーに向い

ています。私はメロディを際立てる副旋律が好きで、人と合わせて演奏することがとても楽しいのです。ホルンの魅力を最も楽しめるのは、アンサンブルです。

——思い出の出来事がありますか。

以前、音楽好きの方から言われた言葉があります。「今は、昔に聞いた音楽の記憶を重ね合わせて、音楽を聴いています。感受性が強い若いうちにたくさん音楽を聴きなさい。将来歳をとってからの人生が豊かになり、音楽に感動できます。これほど幸福なことはありません。」とても心に響く言葉でした。私は今でもたくさんの音楽を聴き、ホルンの演奏も続けているのです。

——現在の活動を教えてください。

子供に邪魔されながらも楽器を演奏しています。子育て中のため休団していますが、国分寺フィルハーモニー管弦楽団にも所属しています。時々、ホルン仲間と集まってホルンアンサンブルは続けています。演奏をしていると楽しくて、普段の生活から離れられてストレスを発散できます。

興味と時間があればどんな楽器でもよいので始めてみてはいかがでしょうか。きっと心が豊かになるでしょう。



聞き手：岡本伸久

KC-52、KC-51はISO 21501-4 (JIS B 9921) に適合します
クリーンルームや病院や医療現場、半導体製造現場や
医薬品・飲料・食料品の製造工程など、
さまざまな清浄度管理に適します。

ハンドヘルドパーティクルカウンタ KC-52

- 粒径区分 0.3、0.5、1.0、2.0、5.0 μm
- USB端子およびSDカードスロットを搭載
- 多点モニタリングシステムに対応

ハンドヘルドパーティクルカウンタ KC-51

- 粒径区分 0.3、0.5、5.0 μm
- 3.2インチモノクロ液晶パネル
- USB端子を搭載

SA-A1は、さまざまなフィールドで最適な計測が可能です
ケーブル配線が困難であった現場などでも
無線を使用すれば計測が簡単に！

多機能計測システム SA-A1

- カラー液晶タッチパネル搭載で直観的な操作性
- 現場測定で最適なB5サイズ。さらにアンプ、電池を含んで1.2 kgの軽量設計
- 取り外し可能な充電式リチウムイオンバッテリーを採用。現場でバッテリー交換が可能
- 本体部は防水等級IP54に対応
- オプションで無線計測にも対応。現場で長距離のケーブル引き回しが不要に

プラットフォーム(本体)とアンプ SA-A1B2 (2チャンネル) SA-A1B4 (4チャンネル)

マイクロホンや圧電式加速度ピックアップの直接接続が可能(CCLD搭載)

無線ドック

SA-A1WD

アンプは2チャンネルまたは4チャンネル対応

1チャンネル無線アンプ

SA-A1WL1

無線機能とアンプの一体型
(1チャンネル対応)

無線ドックとアンプまたは1チャンネル無線アンプを使用することにより、プラットフォーム(本体)は、離れた場所で測定が可能

【音響振動計測器関連】14件

- ◎ 日本音響学会 騒音・振動研究会（8/8 日本大学理工学部）
 - ・長期間に渡る道路交通振動の測定例の紹介と振動測定マニュアルに基づく道路舗装工事前後の振動測定結果の比較：馬屋原博光，山下広大，蓮見敏之
- ◎ Inter-Noise 2016（8/21～8/24 ハンブルク、ドイツ）
 - ・ Case study of application of a wireless measurement system to a moving vehicle / M.Ohya, Y.Kurosawa and Y.Nakajima
 - ・ Long-term Measurements of Sound Refraction Paths over Residential Areas using Emergency Public Address Systems / T.Ohshima, T. Naito, T.Doi^{*1}, T.Yokota^{*1} and K.Makino^{*1}
 - ・ DNN-based Environmental Sound Recognition with Real-recorded and Artificially-mixed Training Data / Y.Nakajima, M.Sunohara, T.Naito, N.Sunago, T.Ohshima and N.Ono^{*2}
- ◎ 日本音響学会2016年秋季研究発表会（9/14～16 富山大学）
 - ・環境騒音関連の評価・測定・予測に関する国際規格の審議の動向／大島俊也，須田直樹^{*3}，今泉博之^{*4}
 - ・DNNを用いた屋外環境音の自動識別—現場収録音と人工混合音による学習—／大島俊也，内藤大介，砂子学人，中島康貴，春原政浩，小野順貴^{*2}
- ◎ 騒音制御学会平成28(2016)年秋季研究発表会(11/19、20 名城大学)
 - ・JIS C 1516, JIS C 1517 の解説 / 大屋正晴
 - ・パリの騒音監視と情報公開 / 廻田恵司, 篠原健二
 - ・防災放送音の伝達特性を利用した気象パラメータの逆推定 / 大島俊也, 内藤大介, 春原政浩
 - ・道路の舗装前後における振動伝搬特性の測定とその分析・評価 / 山下広大, 風間亮介, 馬屋原博光, 蓮見敏之

- ◎ 第五回日米音響学会ジョイントミーティング（11/28～12/2 ホノルル、アメリカ）
 - ・INCE/J Vibration Measurement Manual for Buildings - Part 4: Measurement of ground propagation characteristic and long-term measurement in building for road traffic vibration / R.Kazama, K.Yamashita, H.Umayahara, T.Hasumi
- ◎ 騒音制御 Vol.40 No.4 2016.8
 - ・小さい音、衝撃音の測定方法— 機材と注意点 / 堀田竜太
- ◎ 騒音制御 Vol.40 No.5 2016.10
 - ・騒音・振動計測 / 吉川教治
- ◎ 日本音響学会 Vol.72 No.9 2016
 - ・航空機騒音モニタリング装置 / 廻田恵司

【微粒子計測器関連】3件

- ◎ Sensors and Materials, Vol.28, No.6
 - ・Development of an Automatic Sampling Module to Monitor Concentration of Liquid-Borne Nanoparticles / Yu-Shan Yeh^{*5}, K.Kondo, and Han-Fu Weng^{*5}
- ◎ 第33回エアロゾル科学・技術研究討論会（8/31～9/2 大阪府立大学）
 - ・インクジェットエアロゾル発生器を用いた光散乱式気中パーティクルカウンタの計数効率評価 / 水上敬，近藤郁，細川勉，飯田健次郎^{*4}，桜井博^{*4}
- ◎ 空気清浄 Vol.54 No.4 2016.11
 - ・インクジェットエアロゾル発生器を用いた光散乱式気中パーティクルカウンタの計数効率評価 / 細川勉

*1 KIPR *2 NII *3 小野測器 *4 産総研 *5 ITRI

プレゼント

「Shake Hands」をお読みくださり、ありがとうございます。アンケートにお答えいただいた方の中から抽選でプレゼントを差し上げます。ふるってご応募ください。



- ◎ CDアルバム スザンヌ・チアーニ 「Seven Waves」 3名様
- ◎ QUOカード(500円券) 10名様

【応募方法】欄外記載の本誌専用ページよりご応募ください。
 【応募締切】2017年3月3日(金)
 【応募に関する注意事項】発送先は日本国内のみに限定させていただきます。発送をもって発表に代えさせていただきます。

表紙について

様々な楽器がひとつの楽曲を奏でるオーケストラ。その個性の多様さはまるで私たち人間一人ひとりのようです。それぞれの役割を担って壮大なシンフォニーとなる、そんな美しく響き合う世界を思い描けたらと思います。(小穴)



編集後記

インナービューでは初めて女性を取り上げました。また記事でも開発部の女性が2人登場しています。本誌のデザイナーも女性です。ここ東京でも、初の女性都知事が誕生しました。今後、女性の活躍がますます

増えていくことでしょう。女性も男性も、それぞれの力を出し合って世の中を良くしていけるはずで。これからのリオン製品にも、ますます女性の視点が必要だと感じています。(岡崎道成)

本誌のダウンロード、およびアンケートはこちらのShake Hands 専用ページから <http://svmeas.rion.co.jp/shakehands/>

発行者
清水健一

企画・制作
Shake Hands 編集委員会
編集長 岡崎道成

デザイナー
小穴まゆみ (macmicron)

発行日 / 平成29年1月1日
Copyright © RION All Rights Reserved

本誌の一部あるいは全部を
無断で転載・公開することを禁じます。



リオン株式会社 環境機器事業部
〒185-8533 東京都国分寺市東元町3-20-41 <http://www.rion.co.jp/>

本誌へのお問い合わせ
環境機器事業部 企画課 TEL (042)359-7860 FAX (042)359-7458
shakehands@rion.co.jp