

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.6  
2018/3

特集

話す

## INNER VIEW

クララ・ボダン 司会・ナレーター

話すことが自分のミッション

～トリリンガルとして、女性として

聴き取りやすい音声を目指して

～東海大学程島奈緒氏

音声分析に活躍

～サウンドスペクトログラフ

専門を活かしユニークな取り組み

～日本音響研究所

パーティクルカウンタ40年の歩み

わかった！計測器 クリーンルームの規格とモニタリング（第1回）

オフィスからこんにちは ANV Measurement Systems

サイエンスコラム 水中での音の聴こえ方

日本の風景 猿の温泉

社員はV！ 格闘技系エクササイズ



## クララ・ボダン

Clara Bodin

1984年フランス、パリ生まれ。生後2カ月でCMデビューし、パリと東京で活躍。16歳で初MC(司会)を務める。2010年、東京で株式会社iStyle Japanを設立。美容関連事業を展開するかたわら、モデル、女優、日英仏のトリリンガルMC&ナレーターとして多方面に活躍中。夢はフランスと日本、2つの祖国をつなぐ文化の架け橋を築くこと。



オフィシャルサイト  
<https://clarabodin.com/>



株式会社 iStyle Japan  
<https://istylejapan.com/>

# クララ・ボダン

司会、ナレーター

## 話すことが自分のミッション ～トリリンガルとして、女性として

文／岡崎道成 写真／エヴァン・ウィル (i Style Japan)

中目黒にある“Studio C”。ごく普通のマンションの入口から中に入ると、和風のオブジェが飾られ、フランス流に立ったまま話すという、不思議な空間が広がっていた。

### プレッシャーがエネルギー

2016年、お台場で行われたイベント。3000人以上の観客を前に、総合司会を務めるクララの足が震えた。

「人生で初めて、足が茹でたアスパラガスマイになりました。ちゃんと立てない。必死で観客の中から友達を探して、自分を落ち着かせました。でもそんなストレスを観客の前では絶対に見せられません。何が起きるかわからない、でも何があっても対応しなくちゃいけないというプレッシャーで、心臓が止まりそうでした。でも、そのプレッシャーが私のアドレナリン。体がそれを必要としているというのがとても面白いんです」

幼少のときからテレビやモデルの仕事をこなしてきた。パリで生まれた生粋のフランス人。双子の妹がいる。母親が大の日本好きで、2人の子を育てる場として日本を選んだ。

「成長したとき、日本国籍を選ぶこともできました。でも、日本とフランスの架け橋になりたいという気持ちがありましたし、100%フランス人の私が日本語を話せるから珍しいのに、日本国籍になったら普通になっちゃうからと、そのままフランス国籍にしたんです(笑)」

パリ生まれとはいえ、ほぼ日本で育ったクララが、自分がフランス人だと意識することはあるのだろうか。

「怒るときです(笑) ラテンの血ですね。日本語では怒りません。怒る言葉が日本語にはないんです。女性が『コノヤロー』とはあまり言いませんよね。『ムかつく』でも弱いです。逆にそういうところに、日本に住み続けたいくなる平和を感じます」

日仏英のトリリンガルで、フランス大使や国会議員、大企業のVIPや大物ゲストの通訳もこなす。通訳と司会を一人で兼ねることもしばしばという。

「通訳はものすごくプレッシャーがあります。特にメディアを前にした通訳は、私が言うことがすぐ記事になる。その人の代理として通訳しているので、自分の言葉以上に大切です。その方のメッセージをいかに正しく伝えるかが私の仕事。でもそのプレッシャーが、私のエネルギーのもとなんです」

### 「アドリブ専門」 司会のミッション

デビューは生後わずか2ヶ月、ベビー用品のCMへの出演だった。その後もCMにモデルにと、表舞台で活躍した。しかしモデル業は14歳になると「大人」扱いで、

ボディサイズが問われる厳しい世界に突入する。それでも、その茨の道を一人で戦い続けてきた。

「14歳までは母がサポートしてくれましたけど、『それ以上続けるなら自分でやりなさい』と言われた。そこから一人です。写真選考で落とされるのは常。対面オーディションも、50回に1回取ればラッキー。1日5回落とされることもありましたが、まただめ、まただめと毎日言われ続ける。もう最悪です。そんな中で、どう自分を支えて、自信を持ち続けるか。そこで『どうしてだめだったんだろう』と落ち込まないようにしました。自分のネガティブなところはわかっているけど、そこは無視です。自分の強みにフォーカスすることを覚えました」

クララの強みの一つは、外見が明らかに外国人でありながらトリリンガルであること。通訳が不要なのでクライアント(依頼主)は経費を抑えられる。そしてもう一つが、どんな場面にも対応できるアドリブ力だ。テレビのバラエティ番組「所さんのニッポンの出番」(TBS、～2016年9月)では、日本各所を紹介するコーナー「クララの出番」を担当した。

「外国人が日本人に日本を再発見させるという趣旨が大好きでした。最初は台本があったのですが、私が外国人目線で変わっ



©Studio C

た質問ばかりするのが良かったみたいで、途中から『クララはもう全部アドリブでいい』となりました。生放送みたいな感覚でやっていました」

生放送が好きなのは、台本にはない相手の素直な感情や、自然なリアクションが得られるから。16歳から始めた司会でも、アドリブが多い。トークショーの司会をしたときのゲストとのトークが人気を博し、次第に「クララに任せておけば安心」と評判に。やがて、必ず言うべきことのみ打ち合わせて、あとは台本なしで任されるようになった。

「司会のときのアドリブで一番お客様が喜んでくださるのは、登壇者の方のバックステージでの様子です。ちょっと硬いイメージの方を『さっき裏で、こんな話をしてくれましたよ』と紹介する。目に見えない部分を私が言葉にすることで、お客様にとっても貴重な情報になります」

1日に4件の司会を終えた翌日に、日帰りで海外の仕事をこなしたこともある。そこ

まで彼女が必要とされるのは、司会という仕事に求められる精神的なタフさはもちろん、台本には書ききれない現場対応力を持ち合わせているからなのだろう。

「イベントで一番緊張しているのはクライアントさんです。自分たちのメッセージを、私という他人に任せなくてはならない。みんなストレスの塊になっています。だから私はそこで『It's OK.大丈夫、ぜんぜん大丈夫』と言う。自分でもどうなるかわからないのに(笑)クライアントもお客様も緊張している。その上がった肩の力を抜いて、ハッと楽にしてあげる。それが私のミッションです」

### クライアントのために ～辛さと向き合ってた見たこと

独力で困難な道を切り拓き、成功を手にしたかのように見えるクララだが、その自信が大きく揺らいだ出来事があった。つい2017年10月のことである。その直前の

9月、クララは14歳のとき以来初めてマネージャーを雇い、チームとして仕事を始めていた。

「愛犬を、初めて大事な命を、亡くしたんです。それまで身近な命を亡くす辛さを知っていませんでした。その朝、まだ体が温かいのに、動かない。頭が真っ白になりました。死なんて、頭が受けつけない。とりあえず事務所に行きましたが、朝8時からの登壇を前に、どうすればいいのかわかりませんでした。今までは自分で自分をコントロールできていたのに、それが効かない。初めて『失敗するかも知れない』と思いました。その日はマネージャーとの初仕事の司会でした。リハーサルで登壇したとき、彼女に『クライアントが見ている。心に蓋をしなさい』と言われました。それで『私は仕事を自分のためにやってるんじゃない』と実感したんです。これは単に私が好きだからやっていることではなくて、クライアントにサービスを提供するためにここにいるんだと思いました。そうやって仕事に対する意識を変えたとき、今まで当たり前だった仕事にありがたみを感じました。そ



©Studio C



して、その気持ちをその日の仕事に出しきることができたのです。チームがいなければ乗り越えられなかった。だからチームに感謝しましたし、愛犬が亡くなったのも、私にとって意味があったんだと思います」

自分の心に蓋をし、チームに助けられて仕事をやり切った。この経験をきっかけにクララは、「コーチング」にも目を向けるようになったという。

「人前で、どうしたら自信を持って、自分の良さを最大限に出せるか。いつも自分で言っていたのにできなかった、私が愛犬を亡くした中で学んだことを、ほやほやのうちに活かしたいと思いました」

たとえば、ある日の撮影のコーチング。ポップな80sが流れるスタジオで、ポーズを取る男性に向かって細かにアドバイスをする。表情はもちろん、視線、指、体の角度など、納得がいくまで何度でも。自らもモデルを経験しているからこそできる、最高の自分を引き出すためのコーチング。クララが「もし明日セミナーをやるとしたら、どういう感じで？」と言った途端、男性の表情がパッと変わった。その輝いた瞬間をクララは逃さない。「Good!」

「私がこうしてやってこられたのは、チームや周りの人のおかげです。私が持っているエネルギーを周りからもらってやっている。会社だったら、お客様の笑顔エネルギーにする。私も緊張するし、お客様もどうリアクションするか緊張しているところに、どうコネクションを作ってエネルギーをいただくか。皆さんが私を充電してくれるからできる。そういう経験を語ることで、一人でも多くの人に自信を持って生きてもらいたいです。周りからエネルギーをもらえば、その人が

持っている良いものを中から引き出せます。それに気づいてもらいたい。それがコーチングを通して私が願っていることです」

### 家族のまとめ役を引き継いで

祖父母から自分まで、一族は23人。繋がりは強い。そのうち8割が女性という中で、女性の一人であることについての意識を聞いた。「女性であることは、日本ではすごくチャレンジです。私は女性には、強くなってほしいというより、自信を持ってもらいたいです。女性の強さは、家族を引っ張る力だと思います」

そのことを強く感じたのは、祖母が膀胱がんになったときだった。クリスマスも家族旅行も、企画していたのは祖母。その祖母が入院した途端、家の中から火が消えたようになった。「そのとき、女性のパワーってすごいなと思ったんです。幸い2年間の闘病で乗り

越えることができた。祖母が帰ってきた後、家族の輪が一層強くなりました。日本では一家の『大黒柱』は男性ですけど、ラテンの家族では女性です」

そんな祖母のパーソナリティを受け継いだのがクララだ。今では祖母から一族のまとめ役を任され、クリスマスも仕切る。そんな彼女がリクエストを送る先は、女性ではなく、男性だ。

「女性に『もっとがんばれ』とは言いません。女性はもうがんばっています。だから男性に、そんな女性をすごいとわかってもらいたい。そうすれば女性も自信を持って、自分から前に行こうと思うでしょう。女性がいなかったらファミリーが成り立たない。もちろん男性の応援があって家族のバランスが取れるけれど、子供を産むのは女性ですから。うちの会社も女性が強いんです(笑)」

そう語るクララの姿を、チームのフォトグラファー、エヴァン(男性)が黙々とカメラに収めていた。👉

特集

# 話す

人が「話す」ときに生じる音声には  
「意味」と「個性」が含まれる。  
どちらの特徴に着目するかで、用いる技術はまったく違う。  
音声への多様なアプローチをみていこう。

## 01 研究

### 聴き取りやすい音声を目指して ～話す側でできること

「難聴の方やご高齢の方、響きに敏感なお子さん、さらに外国人の方など、“言葉が聴き取りづらい”という方々のために何かしたい、そういう観点で研究に取り組んでいます」

音声によるバリアフリーの実現を目指す程島奈緒氏(東海大学情報通信学部情報メディア学科准教授)にお話を伺った。

従来、言葉を聴き取りやすくするためには、響きの質や長さなど、空間の音響特性を改善しようというアプローチが主流であった。それに対し、声そのものに着目し、“聴き取りやすい声”を生み出そうというのが、この研究の大きなポイントとなっている。

#### 話し声を加工する

上智大学理工学部在学時の卒業研究で“公共空間で聴きやすい音声を作る”というテーマに出会ったという程島氏。

元々音楽が大好きで、高校時代にはバンド活動も行い、ライブPAに憧れたこともあった。またクラシック音楽も愛聴し、ホールによる響きの違いにも興味を持ったことなどが重なり、音響や音声を学ぼうと同大学へ入学したという。そこで「私にぴったりだと思った」(程島氏)この卒業研究テーマが、現在の研究へ脈々とつながっている。

そうした中で2001年、世界で初めて、母音の定常部(エネルギーが一定の部分)をカットすることで、響きの中でも声が聴こえやすくなることを発見した。

理屈はこうだ。たとえば、《お・は・よ・う》

という4文字に残響が加わると、《お》の残響は次の《は》に、《は》の残響は《よ》へと、後ろの文字に影響を与えていく。特に日本語は、音響的に大きなエネルギーを持つ母音の後に子音が続くため、母音に残響が加わると子音がかき消されてしまう。「一方で、母音は定常部をカットしても聴き取れることが分かっていました。聴覚上は影響がないのに子音に悪影響を与えてしまうのであれば、母音の振幅を小さくすることで子音が救われるはず。こうした“逆算”から実験を行い、この結果を導き出しました(図1)」

## 話し方で聴き取りやすく

現在はこの信号処理技術を発展させ、リアルタイムでの実現を目指した研究がスタートしている。それに加え程島氏がもうひとつ取り組んでいるのが、“話し方”そのものを変える試みだ。ここでのキーワードは“ロンバード効果”。

「たとえば、騒がしい人混みの中で遠くの人と会話する時、人は自然と声が大きくなり、さらにトーンが少し高くなります。逆に言えば、大きく、高くなった声は、通常の声よりもノイズの中で聴き取りやすい。これが“ロンバード効果”です。この効果を応用することで、話し方を聴き取りやすく調整できるのではないかというのが我々の研究です。具体的には、公共空間でアナウンスをする際、静かなブース内からでも、音が鳴る場所の響きや雑音をモニタしながら話すことで、より聴こえや

すい音声を届けられるようになります(図2)。実際にどれだけ聴こえやすくなるかを体感してもらうことで、アナウンスする方々への啓蒙にもつなげたいと考えています」

## 関心「信号処理」から「人」へ

程島氏の話聞いてると、ライブ PA やホールの響きに関心を持った高校時代から、現在の研究活動に至るまで、一貫して“聴き手によりよい音を届けたい”という姿勢を持ち続けていることが伝わってくる。そして、その“音”への追及が、物理現象や信号処理的な側面から、言葉を発する“人”そのものへと変化している点が、とても興味深い。

「信号処理がわかりやすい人と、かかりにくい人がいて、その違いを考えていくうちに、人へと興味が移っていきました。当初は、信号処理の実験で声を聴きやすく

できたことが嬉しかったのですが、その結果がすべての公共空間に当てはまるものではないし、話者が変われば結果も変わる。そこをきちんと追求しないとけないと思、今なお研究を続けています。その成果としての究極の理想は、研究成果を国内外の公共空間で実際に使っていただき、災害時の緊急アナウンスが聴こえずに逃げ遅れてしまったという人がいなくなること。そこが、この研究のゴールだと思っています」

取材・撮影／布施雄一郎（音楽テクニカルライター）



程島奈緒氏(准教授/博士)  
ロンバード効果の実験装置の前に

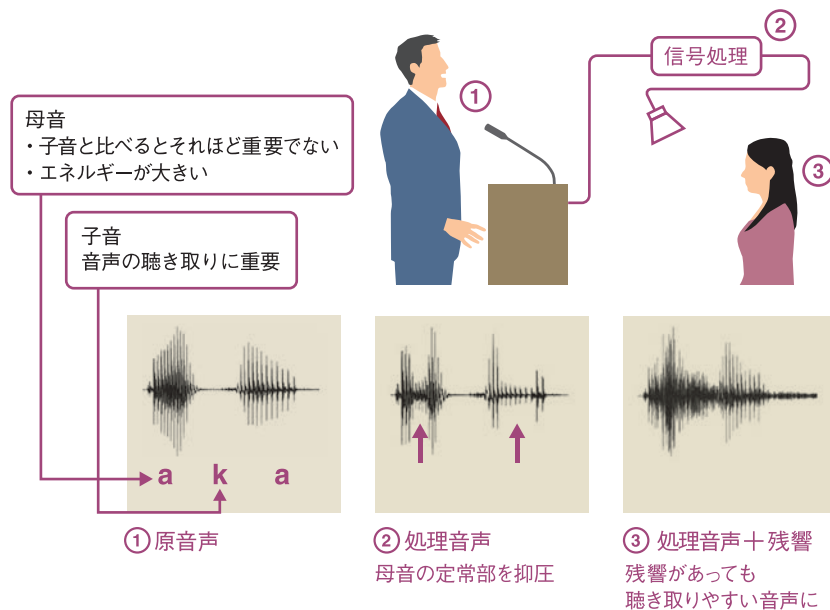


図1 定常部抑圧処理  
母音の定常部の振幅を抑圧してスピーカから流すことで、子音にかかる残響の量を減らして聴き取りやすくする

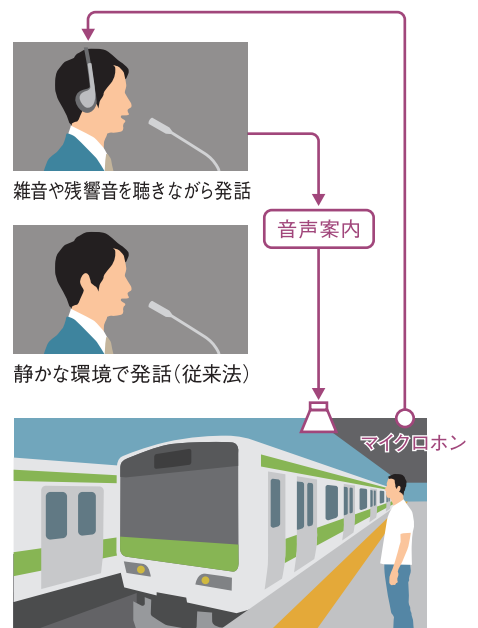


図2 ロンバード効果を応用したアナウンス音声  
公共空間の雑音や残響音を聴きながら発話することで、その環境でより聴き取りやすい音声を作る

# 音声分析に活躍 ～サウンドスペクトログラフ

周波数分析器「サウンドスペクトログラフ」は、1960年代から多くの音声研究・分析機関で使用され、一世を風靡しました。開発に関わった尾野<sup>いづお</sup>溢夫さん<sup>\*</sup>にお話を伺いました。

※元専務取締役・顧問。入社当時は技術部第1課

——— 尾野さんのサウンドスペクトログラフとの関わりを教えてください。

私は1964年入社で、初代から数機種後のサウンドスペクトログラフSG-07でフィルタを設計しました。

——— ちなみに、サウンドスペクトロ「グラフ」と「グラム」は違うのですか。

指しているものが違う。「…グラフ」は分析器の装置、「…グラム」は分析器が描いた図のことだよ。

——— では改めて、サウンドスペクトログラフとは、どんな分析装置ですか。

音の大きさ、周波数分布、時間変化の3つが1枚の分析結果からわかる分析器。声を分析したのがいわゆる「声紋(後述)」と呼ばれるパターン。

——— 分析の仕組みを教えてください。

まずマイクロホンで音を録音する。そ

れから印字する紙をドラムに巻く。録音した音を高速で連続再生しながら、周波数フィルタを通した刻々の出力を紙に印字する。分析に2、3分かかったかな。

——— 周波数フィルタの中心周波数を連続的に変化させるのですね。

そうじゃないよ。単一周波数ならまだしも、帯域通過フィルタで形を崩さずに中心周波数を動かすのは容易じゃない。だからフィルタは固定しておいて、信号周波数のほうを動かすヘテロダイン方式でやった。入力信号に合わせる局部発振器の周波数を変えて混合変調してやると、フィルタを固定したままで分析周波数を変えられる。

——— フィルタ設計はどのように。

それまでのフィルタと違って、スタガ(多段)方式の急峻なフィルタを作った。共振

回路を4つ使った、通過帯域が平らなフィルタ。300 Hz幅の広帯域と45 Hz幅の狭帯域の2種類あった。

——— なぜ2種類？

時間分解能と周波数分解能の違いだよ。声を分析すると、広帯域は時間分解能が高いからフォルマントの位置がわかるし、狭帯域は周波数分解能が高いからピッチがわかる。これを切り替えて使うの。

——— 録音はどのような仕組みですか。

当然磁気録音だけど、直径30cm、厚さ3cmの金属の円板に磁性体をメッキしたものを使っていた。なぜ金属かというと、耐久性に優れているから。常に高速で録再ヘッドに接触しているものだから、テープなんかでは持たない。円板よりむしろ録再ヘッドのほうが先に擦り減ったね。

——— つまり、レコード盤のようなイメージですか。

いや、レコード盤は盤の上下面に記録するでしょ。でもこっちは円板の外周の厚さ部分に磁性体をメッキしておく。その外周にヘッドを当てて録音再生するの。その1周が2.4秒。当時日本ではどこもやっていない最先端技術だった。

——— そういう円板を、社内で作っていたのですか。

そう。磁性体をメッキするから厚みの端面が真っ平じゃないといけない。それがものすごい大変。メッキした表面を研磨して鏡面にするのがまた大変。円板を研磨できる人は工場に1人しかなくて、その人が定年退職する前に何十枚か作ってもらった。それで、これからは半導体メモリじゃないとだめだと思ったよ。



1970年に発売されたSG-07





尾野 溢夫さん

—— SG-07は録音時間が2.4秒に加え、7.2秒もありましたが、どのように実現したのですか。

あれは回転速度を1/3に落としただけ。当然、周波数帯域も落ちるから、音声分析用ではなくて、心音みたいな低い周波数の分析に使われた。

—— SGシリーズは相当高価だったのでしょうか。

材料が高かったね。モータでも何でも、当時考えうる最高のものを使っていたか

ら。初任給が1万5、6千円の時代に、150～160万円したと思う。あとで作った等レベル線描画オプションをつけると200万円を超えた。

—— 私は学生時代に使っていましたが、独特の鼻につく臭いがしました。

あれは電送写真(テレグラム)に使われていた紙。針から放電して印字する臭いだよ。

—— お客様のエピソードなどはありますか。

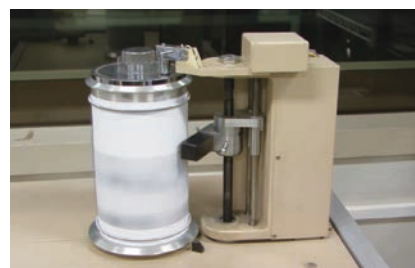
印字の時に臭いと煙、放電のススが多少出るんだけど、方式としては非常にユニークだったから、多くのユーザーはあまり気にしなかったと思う。でも中には、大学の先生が狭い研究室で大量のデータを印刷するっていうんで、針の近くに電気掃除機のホース口を取り付けて、その都度吸い取りながら使っていたケースもあったって。

—— 経験豊富な技術者として、後進へのメッセージをお願いします。

私もいろいろ作ってきたけど、目的をしっかりと持てば、それに向かっていろいろ考えて、試行錯誤してみようという気持ちになれる。何とかやってやろうと。そういう目的を持つことが大切だね。👍

「声紋」は一時期、音声から個人を特定できる手段として有望視されたが、現在では「指紋」のような証拠能力はないとされている。

聞き手：岡崎道成



©Takayuki Arai



YouTubeでSG-07の実演動画がご覧になれます  
作成：上智大学荒井研究室  
<http://www.splab.net/APD/D710/>

## わかった！サウンドスペクトログラフ

世の中に大きなインパクトを与えた我が国初のサウンドスペクトログラフSGシリーズを、もう少し深掘りしてみました。

### SGシリーズの歩み

リオンのサウンドスペクトログラフ「SGシリーズ」は、当初SSG-2201と称して1960年(昭和35年)に第1号機が、続けてSSG-2202が発売されました。同様の装置は、世界でも米国の一社しか製造し

ていませんでした。開発は困難を極め、録音用円板の素材選びから、磁性体の研究(最終的にニッケルコバルト合金)、金属メッキ手法、表面研磨など、開発者たちは未知の分野を手探り状態で切り拓きました。サウンドスペクトログラフは、架台、電源部、機構部、分析部、周波数マーカー・

振幅描記部の大きな5つの部分で構成されていました。図1に分析部のブロック図を示します。

分析結果を紙に印字した“サウンドスペクトログラム”は、縦軸が周波数、横軸が時間、濃淡で信号の大きさを表します(図2)。この「3次元」表示により、多くの

情報を一目で確認できる点が画期的でした。このため、高価な装置であったにも関わらず、研究機関、都道府県警、全国の大学など、約30年間に累計で約450台が販売されました。

その後のコンピュータの発達により、周波数分析はデジタル信号処理で行われるようになり、SGの時代も終わりを告げました。

## サウンドスペクトログラムの活躍

SGシリーズの利用は音声分析に留まりません。マイクロホンの代わりに振動センサを接続すると機械振動の分析が、アンテナを接続すると電波の解析ができまし

た。SGシリーズのユニークな活用事例を示します。

### ◎ 音声の音響分析

音声の個人的特徴や、方言、外国語の研究に利用されました。1963年(昭和38年)に起きた「吉展ちゃん誘拐殺人事件」では、初めて録音された脅迫電話の声と、別に録音された容疑者の声の特徴が一致することが示唆されました。

### ◎ 動物の声の研究

家畜の鳴き声を分析して健康状態を推定したり、魚の養殖場で特定の魚を呼び集める水中音の研究に利用されました。

### ◎ 機械音響振動研究

鋳物製品で材料が均一に分布しているかどうかがわかるとして良・不良判定に、ま

たエンジンの燃焼音を分析して燃焼効率改善に利用されました。

### ◎ 生体研究

音声による循環器系、呼吸器系の病理診断への応用が研究されました。

### ◎ オーロラの研究

日本の南極越冬隊が、オーロラの電離層の解析装置として南極に持参しました。

### ◎ 音色の研究

楽器の音色を分析し、素材の選別に利用されました。ストラディバリウスと他のバイオリンの音の違いも分析されました。

(取材協力)

上智大学荒井隆行教授／  
小林理学研究所／丸川英明氏(元リオン)  
／久野尚氏(元リオン)

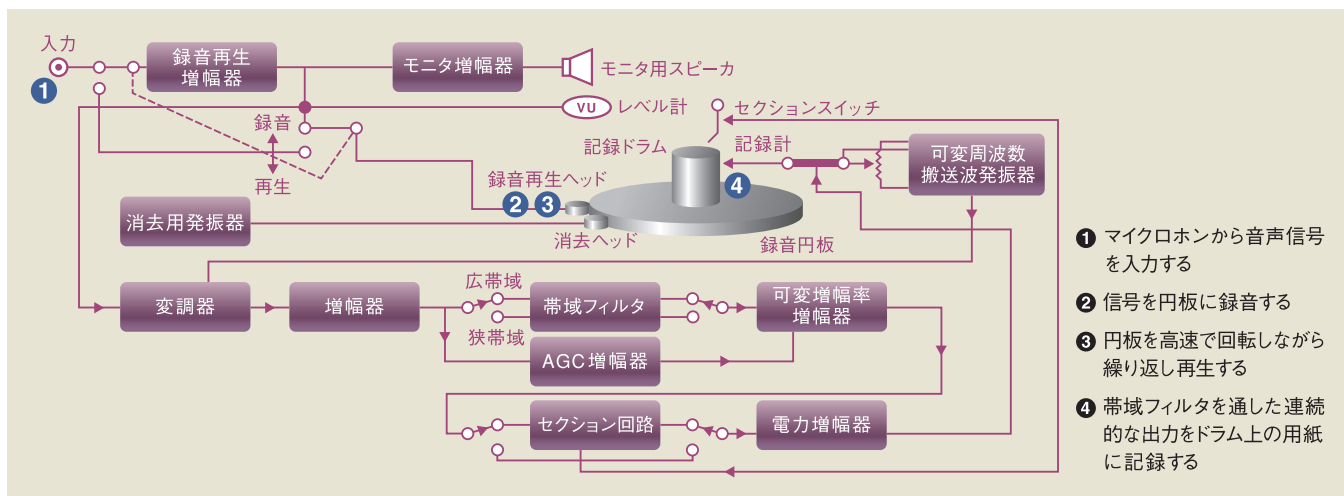


図1 サウンドスペクトログラムの分析部のブロック図としくみ(参考:SSG-2202 カタログ)



1960年に製品化された SSG-2202

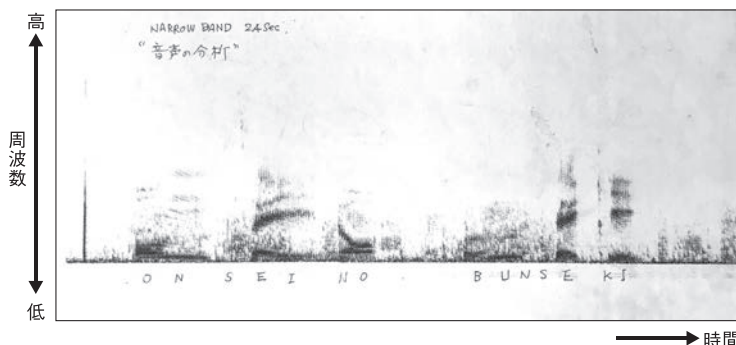


図2 音声进行分析したパターン図「サウンドスペクトログラム」  
「オンセイノブンセキ」録音時間2.4秒、狭帯域

## 専門を活かしユニークな取り組み 日本音響研究所

サウンドスペクトログラムを活用する音声分析の民間専門機関として知られる  
日本音響研究所にお話を伺いました。

「“もしもし”という言葉は、誰が話しても意味は同じに聴こえますよね。でも口腔の容積や口の動かし方は人それぞれで、声の音色は各人固有のもの。通常の音声認識は『言葉』という共通性を見出すものですが、私どもが識別しているのは音色の違い、つまり声の個性です」

こう語るのは、父親が創設した同研究所の2代目所長である鈴木創氏だ。

「小さな頃から、普通の家庭にはないような音響機器がありましたから、それらに触ったり、ダビングなど父の手伝いをしていました。私自身、音楽も大好きで、この研究所に入る前にはレコーディング・スタジオで下働きも経験しました」

サウンドスペクトログラムからは、声だけではなく、背景音の抽出や分析も可能だ。鈴木氏が実際に手がけた鑑定のひとつが2005年のJR福知山線脱線事故。この一件に、どのような音に関係していたのだろうか。「脱線した電車が、事故直前の駅でオーバーランを起こし、車掌が指令所へ無線連絡しているんです。その録音に“カタンカタン”という背景音が残っていた。それが何の音かを分析した結果、線路上のポイントを通過した時のものと突き止めたんです。音の間隔からスピードを割り出し、他のデータと照合することで、脱線時のスピードが算出できたのです」



鈴木創所長

専門性の高いイメージの同研究所だが、長年のノウハウを活かして、赤ちゃんのぐずり泣きを止める「赤ちゃんけろっとスイッチ」、犬の鳴き声から感情を翻訳する「バウリング」などのユニークな商品開発や、ミュージシャンとのコラボレーションも行ってきた。そんな鈴木氏に、「話す」というキーワードに対して思い浮かべることを質問してみた。

「以前、『人を聞く気にさせる声はどういったものか』という企画で、スティーヴ・ジョブズさんや孫正義さんといったカリスマ社長の声を分析したのです。すると共通要素が見つかった。みなさん『間』を大切にしているんですね。聞き手は、話を脳内で処理する時間が必要ですから、まくし立てるように話されると何を言っているのか分からなくなるだけでなく、その人の好感度まで下がってしまいます。ですから、『間』を大事にし、しかも話の核心に向けて声のトーンを上げて盛り上げていく。これが、相手を聞く気にさせる話し方だと思います」👍

取材・撮影／布施雄一郎（音楽テクニカルライター）

（取材協力）  
（有）日本音響研究所  
<http://www.onkyo-lab.com/>



# パーティクルカウンタ40年の歩み



1977年にリオンがパーティクルカウンタを国内で初めて発売してから、2017年で40周年を迎えました。その利用分野の拡がりを振り返ります。

## 気中パーティクルカウンタを 国産化

空気中に浮かぶ微粒子の数を、レーザーによる散乱光を観測することで測定する計測器が気中パーティクルカウンタです。第2次世界大戦中の原子爆弾の製造時に、放射能を帯びた浮遊微粒子から作業者を保護するためにアメリカで開発された技術です。1973年、リオンはいち早くこの技術を日本に紹介し、アメリカ製の装置を輸入販売してきました。1977年に国内企業で初めて自社製品 KC-01 を発売、大気汚染や室内の環境衛生問題に対応する計測機器として、我が国におけるパーティクルカウンタの普及に貢献しました。当時の光源はレーザーではなくハロゲンランプを使用していました。

## 医薬品業界からはじまった 清浄度管理

パーティクルカウンタの当初の利用先は医薬品製造のクリーンルームでした。医薬品の品質管理基準であるGMP (Good Manufacturing Practice) が求める清浄度を実現するためには、微粒子数の正確な測定が欠かせなかったためです。クリーンルームのJIS規格が制定されたことで空気清浄度の管理が普及し、次第に他の業界でもパーティクルカウンタが利用されるようになりました。

## 半導体産業の クリーンルームへ

クリーンルームが一般的になってくる中、

パーティクルカウンタ最大の利用分野となったのが、1980年代に急成長した半導体産業です。半導体の製造現場では、シリコンウェハに浮遊粒子が付着すると歩留まりが大幅に低下するため、室内空気清浄度管理が不可欠でした。半導体のパターン径の微小化が進む中、リオンも測定粒子径の微小化によって対応し、 $0.1\mu\text{m}$  を測定可能な KC-18 などを開発しました。これらは自動で検出部分の汚れを防ぐ機構で、清掃の負担を軽減しました。その後、より清浄度の高いクリーンルームが求められるにあたり、 $0.1\mu\text{m}$  の粒子を大流量 ( $28.3\text{L}/\text{min}$ ) で測定可能な KC-24 を開発しました。気中パーティクルカウンタは、当初のテレビをはじめとする家電から、現在のパソコンの部品である液晶やハードディスク、最新のスマートフォンまで、日本企業のモノづくりを品質管理の面からサポートしています。

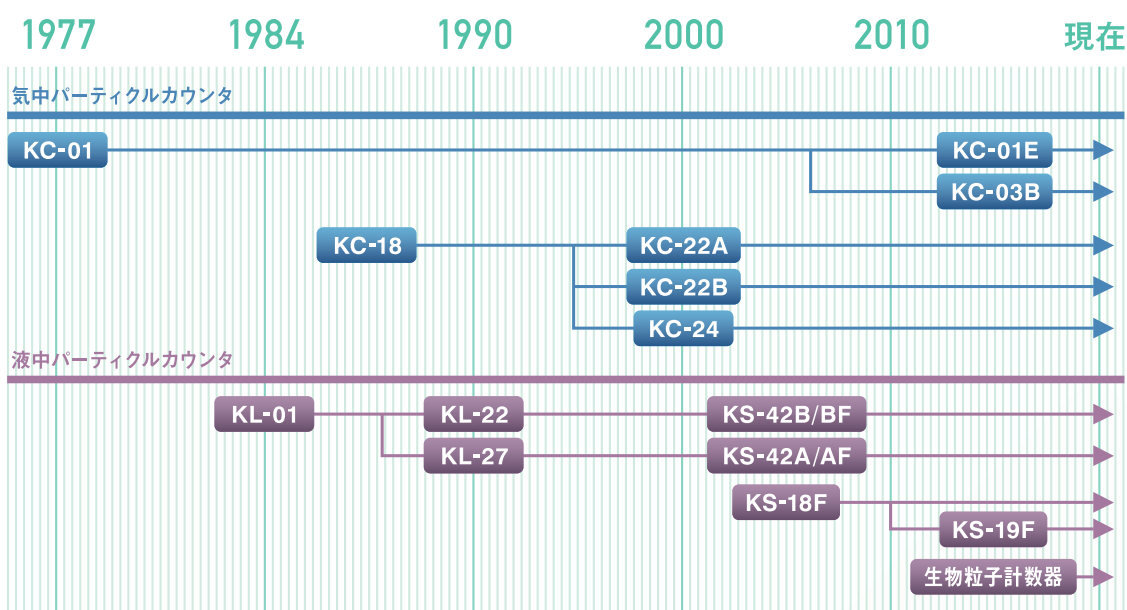
本誌の3回シリーズ「わかった!計測器」では、今号からクリーンルームを取り上げています。併せてお読みください。



$0.1\mu\text{m}$  の粒子を  $28.3\text{L}/\text{min}$  で測定可能な KC-24 (2004年発売)



フッ酸の計測が可能となった KL-22 (1990年発売)



パーティクルカウンタの歩み

## 液中パーティクルカウンタへ

医薬品分野からは、注射剤をはじめとする液中の微粒子数を測定したいという声が高まっていました。これに応じて1984年に国内メーカーとして初めて開発したのが、液中パーティクルカウンタKL-01です。その後、半導体産業でも、ウェハの製造工程で用いられる水や薬品の清浄度管理の一環として広く用いられるようになりました。KL-22、KL-27シリーズは、センサにサファイヤを使用することで、強い腐食性

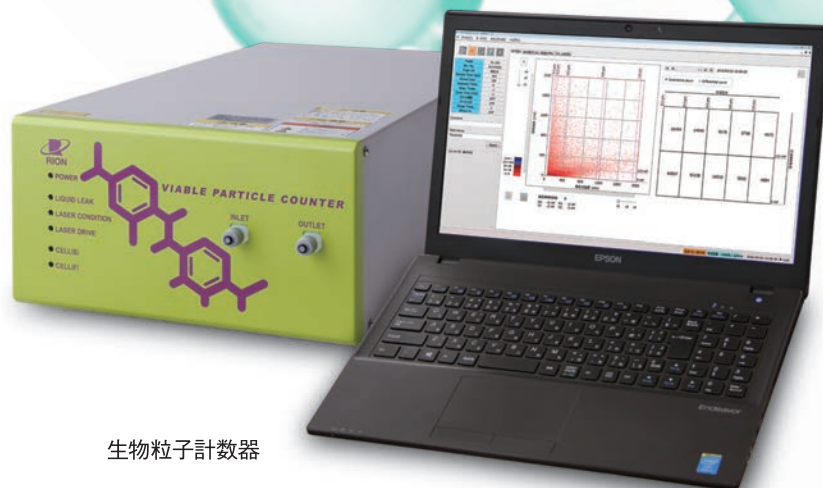
のあるフッ酸液中の測定もできるようになり、発売時の展示会ではブースの外まで人が溢れたといえます。現在は30nmの粒径を測定可能なKS-19Fをはじめ、各種液中パーティクルカウンタを提供しています。

## 生物粒子計数器で新たな領域へ

医薬、食品業界において、液体中に細菌などが混入していないことを検査する重要性が高まっています。しかし培養法

など従来の細菌検出方法では、結果が判明するまでに時間がかかります。この課題を解決するため、リオンは液体中の生物粒子計数器の開発を進めています。生物が持つ自家蛍光の性質を利用し、より手軽で確実、そしてリアルタイムに細菌を検出するものです。生物粒子計数器は、今後様々な分野での応用が期待できます。

前田剛志 微粒子計測器営業部



生物粒子計数器

# 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

## クリーンルームの規格とモニタリング（第1回）

# 「クリーンルームの管理」

手術室が清潔である必要があるように、医薬品開発や医療研究に使用する空間には高度な清浄度が要求される。医療用クリーンルームとその清浄度のモニタリングについて、今回から3回シリーズで解説する。

### はじめに

粒子計測を必要とする分野は、気中・液中含め図1のようにさまざまである。半導体製造分野の室内空気ですクリーンな環境が求められるのは、精密な半導体製品の歩留まりに影響を与えるからである。一方、医薬・医療関連分野も、2012年のiPS細胞に関するノーベル賞の受賞をはじめとする再生医療関連で活発な動きを示しているが、これらの分野の研究や実験、医薬品製造にも、厳重に管理されたクリーンな室内環境が欠かせない。今回はその管理体系について解説する。

### クリーンルームのクラスとグレード

まず、清浄度の規格を見る。クリーンルームの清浄度は、室内に浮遊する粒子の大きさ（粒径）と、単位体積あたりの個数でクラス分けされている。これを定めた規格は国際規格（ISO 14644-1:2015<sup>[1]</sup>）と日本工業規格（JIS B 9920<sup>[2]</sup>）があり、JISはISOの一部を修正した整合規格となっている。これらの規格は、医薬・食品製造現場に限らず、半導体製造工場や液晶製造工場なども含む各種クリーンルームのクラス分類や、その評価方法について規定

している。

医薬品分野において、これらのクラス分類を作業時と非作業時に分けたグレードとして最大許容量を規定している国際的な取り決めがPIC/S<sup>[3]</sup>のGMPガイドラインである。

ISO14644-1による清浄度のクラス分類を表1に、GMPガイドラインによるグレード分類を表2に示す。GMPガイドラインのグレードとISO14644-1のクラスの対応関係はほぼ次の通りである。

- グレード A ←→ クラス 5
- グレード B ←→ クラス 7
- グレード C ←→ クラス 8

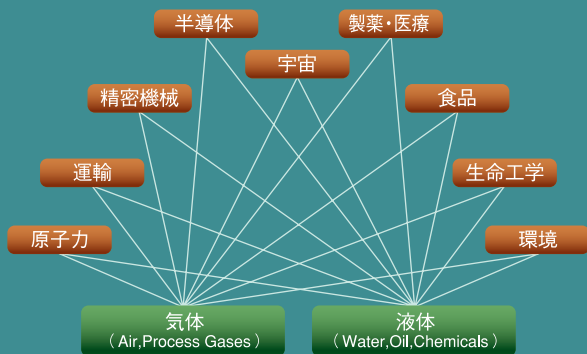


図1 粒子計測を必要とする分野

	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1000	
微粒子								単位 μm
代表的な粉・粒の大きさ								
空気清浄装置								
	電子顕微鏡		光学顕微鏡			肉眼		

図2 身近な粒子の大きさ（目安）とパーティクルカウンタの測定範囲<sup>[4]</sup>

クリーンルームの規格表から清浄度を直感的に把握することは難しいので、身近な粒子の大きさの目安と、パーティクルカウンタの測定範囲のイメージを図2に示す。

## PIC/S GMP ガイドラインと多点モニタリング

医薬品は人間の生命や健康に直接係わるため、その品質を科学的に保証することを目的として「バリデーション」という仕組みがある。バリデーションは、製造設備などのハード的な管理、また製造手順などのソフト的な管理があらかじめ期待した通りに行われていることを文書で保証するものである。医薬品製造時の空気清浄度や計測器もこのバリデーションにより管理されており、あらゆる段階が文書化され、作業や実施が記録として保存される。

GMP（医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令）

はバリデーションを構成する法律要件である。このような要件はもともと各国の法律により制定・運用されており、日本は日本薬局方、米国はcGMP、EUはEU-GMPを運用していた。薬局方は医薬品に関する規格基準書だが、ほかにも試験法や純度の基準なども規定されている。その後、国際的な取引を行うにあたり、国際協力の枠組み（スキーム Scheme）であるPIC/S<sup>[3]</sup>が運用され、日本は2014年にこれに加盟した。

PIC/S (Pharmaceutical Inspection Convention and Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme) のGMPガイドラインでは、作業状態の空気清浄度の日常モニタリングを求めている。特にグレードAのモニタリングは、設備の組立を含む重要工程の全操作過程で実施するとされている。

環境を連続的にモニタリングすると、環境に異常が発生した場合に早く発見でき、効率的に対処することが可能になる。また複数の測定点を集中管理することで、

人的・時間的な資源の効率化につながる。特に工程によってクリーンルームのグレードが異なっている場合、それらを一括して評価する際に多点モニタリングは有用である。管理環境のグレードごとにモニタリング粒径としきい値を設定して、しきい値を超える粒子数を計測した場合に警報を発報したり、測定点に表示灯を設置して作業者に知らせたりすることができる。

次号では多点モニタリングの手法について述べる。👉

（参考文献）

[1] ISO 14644-1:2015 Cleanrooms and associated controlled environments – Part 1: Classification of air cleanliness (クリーンルーム及び関連制御環境 第1部: 空気清浄度の分類)

[2] JIS B 9920(クリーンルームの清浄度の評価方法)

[3] PIC/S: 医薬品査察協定及び医薬品査察協同スキーム



長部航 開発部

表1 ISO 14644-1 清浄度クラス

清浄度クラス (N)	上限濃度 (個/m <sup>3</sup> )					
	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	1 μm	5 μm
1	10					
2	100	24	10			
3	1,000	237	102	35		
4	10,000	2,370	1,020	352	83	
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
7				352,000	83,200	2,930
8				3,520,000	832,000	29,300
9				35,200,000	8,320,000	293,000

表2 PIC/S GMP グレード

グレード	最大許容微粒子 (個/m <sup>3</sup> )			
	非作業時		作業時	
	0.5 μm	5 μm	0.5 μm	5 μm
A	3,520	20	3,520	20
B	3,520	29	352,000	2,900
C	352,000	2,900	3,520,000	29,000
D	3,520,000	29,000	規定なし	規定なし

オフィスから  
こんにちは



## イギリスのリオン音響振動計測器販売店 ANV Measurement Systems

ANV Measurement Systems はイギリスの販売店で、社員数は17人です。2001年、イギリスにおけるリオンの音響・振動計測器部門の販売店になりました。

私、Mike Breslin は音楽（特にギター）が好きな音響エンジニアです。以前から環境騒音と振動のコンサルタントとして、リオン計測器のユーザーでした。製品の品質、信頼性、使いやすさと適切な価格に感銘を受け、私はリオンがイギリスで音響・振動市場のトッププレーヤーになれると確信しました。ANV とリオンは、イギリスの音響コンサルタントや建築・解体分野で市場をリードしています。

ANVとリオンがイギリスで成功を収めていくためには、多くの戦略が必要でした。

- ◎ 市場にリオンブランドを定着させる
- ◎ 特定の案件に合わせて、リオン製品に基づいたソリューションを開発する。
- ◎ レンタルサービス
- ◎ 校正サービス
- ◎ 顧客サービスを優先させる

リオンは規模が大きく、製品が広範囲で高い品質

をもつことから、ANVは常にリオン製品を第一に提供しています。セールス・マーケティングチームは3人で、リーダーはアプリケーションエンジニアの Jenny Krailing です。サービスデリバリーチームは5人で、リーダーは Dan Fennell と Pawel Zawadzki。また強力な6人の校正チームのリーダーは Kiran Mistry です。リオン製品は使いやすいので、校正チームには好評です。（役職は2018年1月現在）

ANVは認定校正機関（UKAS 0653）の資格も取得しています。これは、ANVの信念である「計測機器を完璧にサポートし、顧客サービスを最優先する」ことにもつながっています。

ANVのあるミルトン・キーネズ Milton Keynes は、ロンドンから北に約80km離れたところにあります。1967年に造られたニュータウンで、広さは約9000ヘクタールです。現在130ある大規模なラウンドアバウト（円形交差点）が最も有名で、今なお増えつつあります。2200万本の街路樹は、春と秋には特に壮観です。

ANVは豊富な経験を共有しつつ、欧州各国にあるリオン販売店と協力していきたいと願っています。



リオンの振動計を使用したWebモニタリングシステム



社長のマイク・ブレスリン氏

ANV measurement systems  
Beaufort court, 17 Roebuck Way Milton Keynes, MK5 8HL UK  
Tel: 01908 642846  
www.noise-and-vibration.co.uk







サイエンス  
コラム

## 水中での音の聴こえ方

ダイビング経験が豊富な友人と雑談していたときに、面白い話を聞きました。水中では音がどの方向から聞こえるのか分からなくなるというのです。正面からの音であっても四方八方から聞こえたり、頭上から聞こえたりすることもあるそう。「それは空気中と水中で音の進む速さが違うからでは」と気づいたあなた、鋭いです。

人間は、左右二つの耳によって音の来る方向を認識するために、耳に入る音に含まれる様々な情報を利用しているのですが、主なものは、左右の耳に音が届く時間差と、音の大きさの差です。

空気中での音速は秒速約340m(15℃)。一方、水中では秒速約1500m。水中では空気中より約4.4倍も速く進みます。このため、水中では空気中より左右の耳に到達する時間差が短くなります。さらに、音速が速くなると音の波長も長くなりますが、波長の長い音は障害物の裏側に回り込む「回折」を起こしやすい性質があります。つまり水中では、後ろから来る音も、耳介を回折して前に届きやすく

なります。

このように、水中では音が速く進むために、左右の耳にほとんど同時に、ほとんど同じ大きさで入ってくるので、音の来る方向を判断できなくなるのです。水中では様々な感覚の変化を経験するのですが、聴こえ方もその一つというわけですね。

佐藤宗純 顧問、

元産業技術総合研究所 NMIJ 音響振動科長



撮影：中山賛恵



地獄谷野猿公苑  
(長野県)にて  
撮影：昼間信彦  
補聴器開発三課

温泉には怪我を治し、心を癒す効果があるといわれる。

ここは温泉に入る野生の猿を見ることができる名所。普段は縄張り争いや

食べ物の取り合いをしているだろう猿たちが、仲良く温泉を楽しむ姿にもまた癒される。

# 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



井上清恆さん 相談役（元代表取締役社長）

## 負けないぞ！妻にも子にも自分にも 格闘技系エクササイズ

—— 格闘技がお好きだそうです、ご自身でされるのですか。

毎週日曜日にフィットネスジムで格闘技系のエクササイズをやっています。妻との共通の趣味なので、いつ引退しても老後は妻と一緒に過ごせます（笑）。

—— 始めたきっかけは。

2人の息子が、高校生のときに極真空手を習い始めました。どんどん上達して、家で技を見せてくれるのですが、それがなかなか凄いです。親として対抗心が出てきて、何か激しく体を動かすことをしようと思ったのがきっかけです。もう20年くらい続けています。

—— 具体的にはどんなことをするのですか。

マーシャルアーツと呼ばれますが、音楽に合わせてパンチとキックを繰り返すエクササイズです。楽しいですよ。時間は1時間で、前後にアップとクールダウンが10分ずつあるので、正味40分です。汗びしょりになってスッキリするので、月曜日から一週間、がんばれます。

—— なかなか激しそうですが、奥様もされるのですか。

ええ、参加者20人のうち、15人は女性です。腰にくびれを作るためにやるらしいのです。

—— やっていて良かったと思うことはありますか。

ハードなエクササイズなので、辛いと思うこともあります。男性が少ないし、プライドがあるので頑張っています。自分に負けてはいけないということを学ぶので、日常生活でも仕事面でも、ものの考え方が前向きになりますね。

—— やめたいと思ったことはないのですか。

ありません。大好きなので、風邪を引いていても行きます。その後シャワーを浴びて休憩して、ジムで個人用の筋トレメニューをやります。これが80分。またシャワーを浴びて帰る。その日は昼食を取らず、水分をたくさん取ります。

—— 筋肉痛になりそうですね。

なりますね。本当は週2回くらいするのがいいらしいのですが、なかなか時間が取れません。孫とも遊びたいので（笑）



社長就任時に取引先から贈られた漢詩作品。  
最上段が自身の名前になっている



社長時代に掲げた座右の銘  
「何事も 始めなければ 始まらない」

◎聞き手より

マーシャルアーツが生活の一部になっていることが伝わってきました。井上さんのバイタリティー、若々しさ、家庭円満の秘訣は、奥様との共通の趣味にあるようです。

（阪上大輔 開発部）

可測粒径範囲1.3  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$   
 定格流量25 mL/min (工場オプションで10 mL/min 対応)  
 粒径区分最大20段階 (任意設定可能)

NEW

光遮蔽型自動微粒子測定装置  
 KL-05

- 医薬品工場などにおける注射剤中の不溶性微粒子を計測
- 21 CFR Part 111 対応の機能を充実
- 日本薬局方 注射剤の不溶性微粒子試験法 第1法「光遮蔽粒子計数法」に対応



40<sup>th</sup>  
 Anniversary  
 -Since 1977-



NEW

消費電力50%削減  
 小型・軽量

航空機騒音観測システム  
 NA-39A

- 航空機騒音測定に必要な機能を搭載
- 従来の音到来方向識別機能に1/3オクターブ実時間分析機能を新たに追加し航空機騒音の識別精度が向上
- 本体の小型・軽量化により設置作業を簡素化。さらに消費電力の50%削減を実現



NEW

高信頼・高品質  
 現場測定のための小型・軽量設計

音響校正器  
 NC-75

- JIS C 1515 : 2004クラス1、IEC 60942 : 2003 class 1に適合
- 計量法指定音響校正器 NA-28、NL-42、NL-52、NL-62、NL-27
- 高品質の証であるJCSS校正証明書を標準付属

NEW

ハンディタイプ  
 現場測定で使いやすい小型振動計

ポケットブル振動計  
 VM-63C

- 主に回転機械を中心とした産業用機械の保守管理・点検における振動計測に最適
- 本体は加速度ピックアップとデジタル表示器を一体化しているためケーブルは不要
- 測定は片手でボタン1つの操作のみで可能。本体は握りやすさにこだわったデザイン

【音響振動計測器関連】

◎日本建築学会大会 2017 (8/31～9/3 広島工大)

- ・環境振動測定における振動ピックアップの設置共振その1 正弦波加振の場合／足立大, 小谷朋央貴\*1
- ・環境振動測定における振動ピックアップの設置共振その2 実加振源の場合／小谷朋央貴\*1, 足立大

◎日本音響学会 2017年秋季研究発表会 (9/25～27 愛媛大)

- ・駅構内等における高周波音の観測事例(その3) — 高周波音の心理的・生理的影響 — / 廣江正明\*2, 尾崎徹哉, 上田麻理\*3
- ・シリコンエレクトレットマイクロホンの歪評価 / 安野功修\*2, 森川昌登, 伊藤平, 大久保則男
- ・トンネル打音点検における回転打音点検器具の打音特性 / 中島康貴, 米元雄一, 桑野代介\*4, 谷口徹也\*5
- ・DNNによる環境音識別 — 排他音処理の検討 — / 大島俊也, 内藤大介, 砂子学人, 中島康貴
- ・超低周波音源の位置推定に関する検討 — マイクロホン配置と推定精度についての屋外実験 — / 土肥哲也\*2, 岩永景一郎\*2, 小林知尋\*2, 中島康貴

◎騒音制御工学会平成29 (2017)年秋季研究発表会(11/16,17 東京電機大)

- ・環境騒音の音色類似度による自動識別 / 鈴木肇\*2, 中島康貴
- ・時報等を用いたDNN気象推定に基づく音響伝搬予測手法の提案 / 大島俊也, 内藤大介
- ・音の識別とその手法について / 中島康貴
- ・複数の騒音源を用いた遮音性能評価の比較 / 藤田知穂, 内藤大介, 岡本伸久, 蓮見敏之
- ・超低周波音源の位置推定に関する検討 / 土肥哲也\*2, 岩永景一郎\*2, 小林知尋\*2, 中島康貴

◎制振工学研究会30周年記念技術交流会(12/8 東京都立産業技術研究センター)

- ・動的粘弾性測定装置への試験材料取付時の材料歪みのため、粘弾性動特性測定の見直しを維持できないことによるばらつき発生 — 粘弾性特性比較検討WG報告 — / 米元雄一

◎平成29年度環境計量士等研修会(11/10 主催:愛環協・日環協中部支部)

- ・騒音計, 振動レベル計の計量法特定計量器検定検査規則の改正について, 「風力発電施設から発生する騒音等測定マニュアル」で要求される測定器について / 尾崎徹哉

◎月刊「計装 2018年1月号」(12月11日発行)

- ・JCSS校正証明書を標準添付した音圧フィードバック方式の音響校正器 NC-75 / 黒沢雄
- ◎騒音制御 Vol.42 No.1 2018.2
- ・騒音計へのIoT適用と多点同期測定の実例 / 風間亮介, 横田孝俊\*2, 松本敏雄\*2, 穴井謙\*6

【微粒子計測器関連】

◎日本防菌防霉学会 第44回年次大会 (9/26～27 千里ライフサイエンスセンター)

- ・細菌をリアルタイムに計数するシステム(生物粒子計数器)の開発 / 関本一真, 矢口博彬, 水上敬, 東圭
- ・生物粒子計数システムによる井戸水環境菌のリアルタイム検出・定量法 / 下津智志\*7, 青山冬樹\*7, 水上敬, 関本一真

◎再生医療 JAPAN 2017 (10/11～13 パシフィコ横浜)

- ・再生医療施設の清浄度と環境モニタリング / 鈴木靖規

\*1 フジタ, \*2 小林理研, \*3 ゲント大, \*4 エルウィング, \*5 西日本高速道路エンジニアリング九州, \*6 九州工業大, \*7 アサヒ飲料

展示会

音 音響振動計測器関連 微 微粒子計測器関連

- 音 日本音響学会2018年春季研究発表会(3/13～15, 日本工業大学)
- 音 日本機械学会 関東支部 第24期総会・講演会(3/17～18, 東京工業大学)
- 音 騒音制御工学会 2018年春季研究発表会(4/19 深川江戸資料館)
- 音 人とくるまのテクノロジー展 2018 横浜(5/23～25, パシフィコ横浜)
- 音 人とくるまのテクノロジー展 2018 名古屋(7/11～13, ポートメッセなごや)
- 音 ICSV25 (7/8～12, グランドプリンスホテル広島)
- 微 SEMICON China 2018 (3/14～16, 上海・中国)
- 微 インターフェックスジャパン(6/27～29, パシフィコ横浜)
- 微 SEMICON West 2018(7/10～12, サンフランシスコ, 米国)

表紙について

「黄色い歓声」「声色を変える」など、日本語には声を色として表現する感性があるようです。声や話し方は、言葉と同じくらいにその人の個性を伝えているもの。まさに、声は色々。(小穴)



編集後記

今回の特集は「話す」。会話で複雑なコミュニケーションをとれるのは恐らく人間だけであろう。家族や友人、様々な方と何気なく話せること、意思疎通できることは、生物の進化なのか神様のおかげなのか、感謝したい。一方、近年メールやSNS、人工知能などの普及で、相手の顔を見ずに話すケースが増えてきた。先日入った飲食店では、注文が端末への入力で、何だか寂しかった。今日は少し早く帰って、家族とたくさん話そう。(蓮見)

本誌は弊社トップページのバナーからもご覧いただけます <http://svmeas.rion.co.jp/shakehands/>  
読者アンケートにお答えいただいた方の中からプレゼントを差し上げます。詳しくは上記サイトから。



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 / 2018年3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