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.8
2019/1

特集
分ける

INNER VIEW
小野順貴 首都大学東京 教授
解けそうで解けない、それが楽しい
～考え続けた音源分離の手法

やがては耳の代わりに
～音源分離のリアルタイム化への挑戦

特定の音の伝わりを可視化する
～屋外環境音の識別

微生物粒子を見分ける
～生物粒子計数器

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3回）
製品温故知新 砂時計式レベルチェッカ
オフィスからこんにちは 上海理音科技有限公司（上海リオン）
サイエンスコラム 夢の実験室――国際宇宙ステーション
日本の風景 干し柿
社員はV！ 自転車競技

**日本タウン誌・フリーペーパー大賞2018
企業誌部門優秀賞を受賞**

リオン株式会社

小野順貴　Nobutaka Ono

1973年、宮城県生まれ。2001年、東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻博士課程修了。博士（工学）。東京大学大学院、国立情報学研究所勤務を経て、2017年10月より首都大学東京教授。音響信号処理、マイクロホンアレイ、音源分離、音源定位、音楽信号処理、機械学習などの研究に従事。数多くの論文を発表、論文賞も多数受賞している。学生時代は民族音楽サークルに所属し、南米アンデス地方の楽器チャランゴ（写真）を奏でた。

首都大学東京　システムデザイン学部
情報科学科　小野研究室
東京都日野市旭が丘6-6
http://www.comp.sd.tmu.ac.jp/onolab/

小野順貴　首都大学東京 システムデザイン学部 情報科学科 教授

解けそうで解けない、それが楽しい
〜考え続けた音源分離の手法

文／岡崎道成　写真／吉竹めぐみ

2人の人が同時に話しているのに、ヘッドホンから聴こえるのは片方の声だけ——
手品のような信号処理を実現した人物のホワイトボードは、数式で埋め尽くされていた。

機内で感じた手応え

小野がその手法の実現に手応えを感じたのは、飛行機の中だった。

「ずっと考えていた問題があったのですが、2009年にアメリカであった国際会議（WASPAA※1）の帰りの飛行機の中で、ふとアイデアを思いついてプログラムを作って走らせたら、『なんか、いけそうじゃん』と思ったんです」

音の信号処理を専門とする小野が考えていたのは、混ざった音をどうやって分けるか、すなわち音源分離の手法である。

「音源分離は1990年頃から各国で研究されていて、僕も博士課程の当時から興味はありましたが、日本が結構強い分野だったので、今さら自分がやれることは多くないかなと思っていたのです。そんな中で、ある種の問題を非常に効率よく解く数理的な枠組みが出てきた。これを音源分離に応用できないかな、と思い始めて」

人間が雑音の中でも会話ができるのは、耳に入ってきた音を脳が解析し、相手の声だけに注意を向けることができるからだ。しかし、これを機械でやるのはとても難しい。音源の方向があらかじめわかっている場合には、「ビームフォーミング」という手法が有効だ。鋭い指向性を持つマイクロホンシステムを用いて、目的の方向の音を捉える手法である。一方、音源の種類や方向などの事前情報がない状態で音を分離する技術を「ブラインド音源分離」と呼ぶ。複雑な音環境の下で音声コミュニケーションを取るための、より高度な手法だ。

※1 WASPAA：IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics

音源分離の新手法

音を分離するイメージは、連立方程式を解くことに似ているという。

「2つの音源を2つのマイクロホンで収録すれば、2つの混合音信号が得られます。これを連立方程式として解けば、原理的には2つの音源に分離できます」

しかし、言わばこの連立方程式の係数が不明なのがブラインド音源分離だ。このままでは解くことができない。解くためには、係数を決めなければならない。これは分離フィルタの設計に相当する（図1）。係数を決めるためには、何らかの基準が

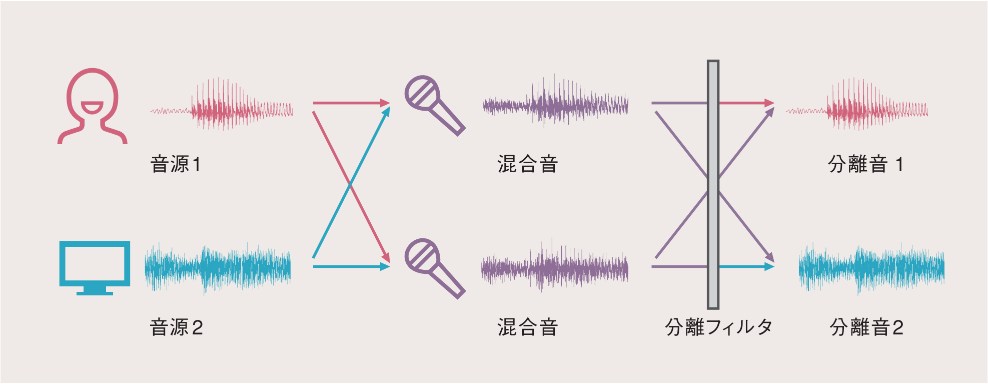


図1 音源の独立性に着目した音源分離の処理イメージ

必要となる。この基準の一つが「独立性」だ。音源は互いに独立である──それならば、解の独立性が最も高くなるように係数を決定すればよい。仮の係数を決めて方程式を解き、解の独立性を調べる。係数を少し変えて、独立性の変化を見る。こうして少しずつ、最適な係数を探していく。歴史的には、20年以上にわたってこの「音源の独立性」に着目した信号処理が研究されてきた。しかし分離品質が上がらなかったり、計算量が膨大だったりなどの課題があった。様々な手法が提案され、性能は上がっていったが、依然計算処理の重さが実用化の大きなネックとなっていた。

飛行機の中で可能性を見出した2年後、2011年のWASPAAで、小野は新手法「補助関数型独立ベクトル分析※2」が、ブラインド音源分離に適用できることを示し、最優秀論文賞にもノミネートされた。新手法の効果を小野は「びっくりするくらいうまくいった」と語る。計算量が減ったため、iPhone上でも実現できた（図2）。

「それまでは何百回も計算したり、それでもパラメータによってはうまくいかなかったり、不安定でした。それがこの方法だと、10回か15回計算すると完全に収束して音が分かれます」

※2 補助関数型独立ベクトル分析：「音源の音はそれぞれ独立である」という仮定のもとで音源分離フィルタの係数を決定する際に、補助的な関数を用いて高速に最適解を求める手法。

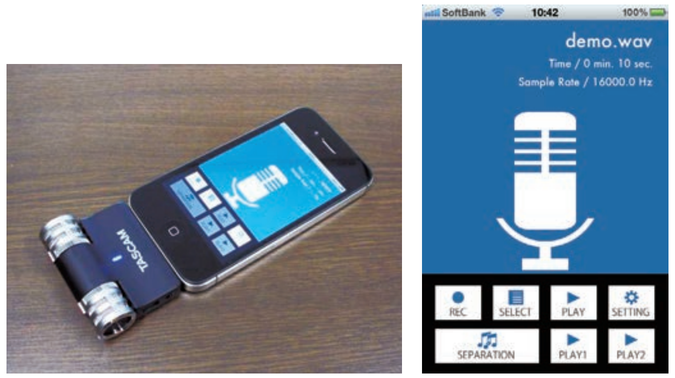


図2 iPhone上に実装された音源分離システム ©小野順貴
10秒間の音を2、3秒で分離する（2012年、iPhone 4）
デモ動画はこちら https://youtu.be/lLMbfIDMMeE

音声合成器付きのパソコンと楽譜のない民族音楽

小さい頃から計算が大好きで、電卓で遊んでいるような子供だった。そんな小野が音に興味を抱いたきっかけは、小学4年生のときに買ってもらったパソコンだったという。

「僕が買ってもらったのはPC-6001mkIIというNECのコンピュータでした。プログラム言語のBASICはまだ統一規格がなくて、メーカーごとにばらばら。でもそこに運命的なものを感じるんですが、mkIIには音声合成器が標準で付いていたんです。BASICで命令すると“ア”“イ”“ウ”と音声を出してくれる。ちゃんと音韻がわかるし、子音も出る。その後に出た機種では音程を指定して歌わせることもできました。それが面白くて。自分ではピアノも全然弾けないんですけど、バッハの対位法で重厚なカッコいい曲なんかでも、パソコンだと入力すれば演奏できる。それで一人でDTM（デスクトップミュージック）の走りみたいなことをやっていました」

愛読していた雑誌「マイコンBASICマガジン」に音作りのコーナーがあり、小野は好きなゲームの音や曲をパソコンで鳴らした。

「市販されているゲームの音を再現してみよう、というコーナーがあったんです。FM音源のパラメータをチューニングしてバイオリンやトランペットっぽい音を作ったり、音の強弱をコントロールしてソフトエコーをかけてみたり。そうやっていろいろ音を作って遊んでいました」

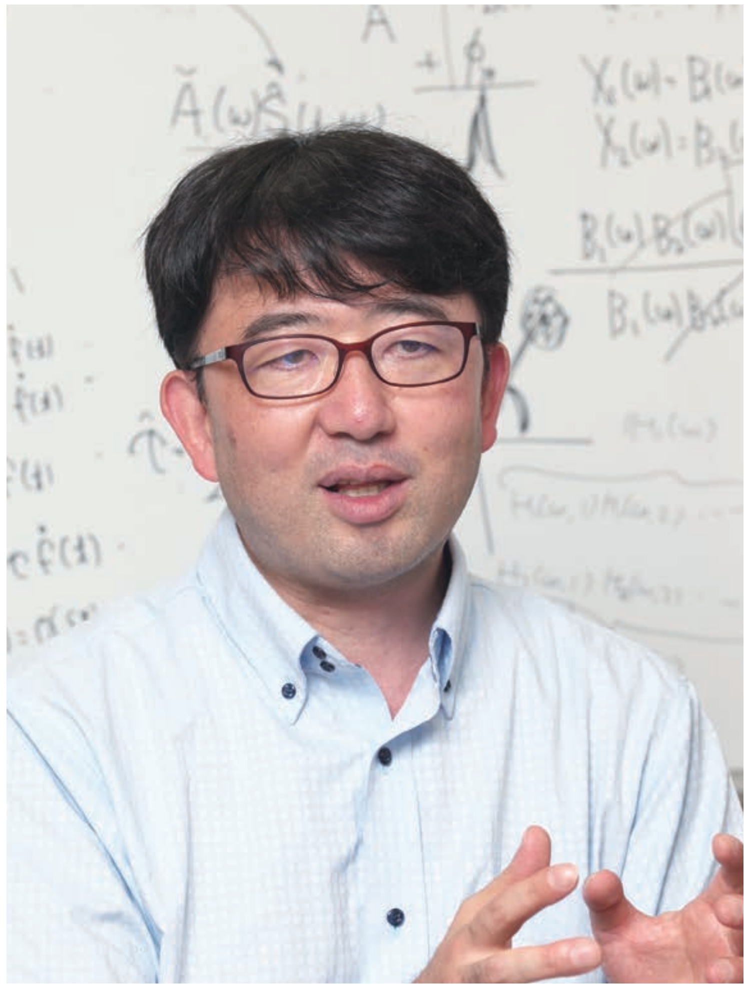
大学では、「新入生向けのサークル勧誘のときに楽しそうだったので」中南米音楽を演奏する民族音楽サークルに入った。そこで始めたのが、ウクレレに似たチャランゴという楽器だ。しかし民族音楽なので楽譜は市販されておらず、弾きたい曲は自分で楽譜にしなければならなかった。

「部室にあるカセットテープを聴いてチャランゴの旋律を楽譜にするんですけど、『小野君、ここ違うんじゃないの』といつも言われるんです。大変なので、パソコンで自動採譜できないかというのが、信号処理をやるモチベーションになりました」

数学と実世界をつなぐ ──計数工学科へ

いっぽう数学も、高校時代に入試対策の雑誌「大学への数学」を読むうちに行列や一次変換の実際的な意味を知り、ますます計算の魅力に取りつかれた。しかし大学で専攻したのは数学ではなかった。

「大学に入ると、解析学のような厳密な数学もあります。ものすごく抽象的で、数学なのに数字が出てこないような。でも僕が好きだったのは計算のプロセスで、数学そのものじゃないなと思っていました」



大学3年次に専攻を選ぶ学科紹介で興味を持ったのが、工学部の中でも最も理学部に近い計数工学科だった。実世界の現象を数学的にモデル化して理解し、システムとして捉えた上でアプローチする、全国でもユニークな学科だ。早い時期にコンピュータも導入されていた。好きでやっていた計算が、実世界を理解したり、問題を解決したりするために使われることに、小野は大きな魅力を感じた。

「学科紹介で『インテリジェントな認識と行動のシステム科学』というゼミがあって、画像や音響への応用も紹介されていたので、『これだ！』と思って選びました。『ウォーリー』を画像処理的にどうやって探すかという授業もあって、面白いなと思って。今までやっていた微分方程式や行列がこんなふうに役に立つのか、じゃあこれだね、と思いました」

その後、安藤繁教授のもとでセンサ、嵯峨山茂樹教授のもとで音楽信号処理の研究を進めながら、小野は自らをエンジニアと自覚するようになっていく。

「数学できれいに式を解いたりするのはもちろん大好きなんですが、解けたらプログラムで組んでみたいですし、実際のモノとして動かしてみたい。あとは、すごく難しい理屈をこねても『性能が1dB上がった』というだけではどうかと思っていて（笑）。複雑なことをやるのならそれだけメリットがほしいとはいつも感じています」

考えていることが面白い問題

職業として研究者を意識したのはいつ頃かと聞くと、即座に「子供の頃」との答えが返ってきた。

「小さい頃、他の人が遊んでいるところに『まぜて』と入っていくのが得意ではなくて、一人で本を読んでいたりする方が好きだったので、自分で勉強したり研究したりするのが向いていると思っていました。でも実際研究者になってみると、人とがんがん交流するし、外に出かけて行って発表しないといけない。いろんな人とつながって一緒にやる仕事だった。考えていたのと全然違いました（笑）」

研究者として数々の論文賞を受賞してきた小野。一筋縄ではいかない問題でも、気長に考え続けることを大事にしているという。

「解けない問題を、うじうじ長く持っていることが、役に立っているかもしれません。補助関数を音源分離に応用できないかというのも、2年くらい考えていました。解けない問題と、解けちゃった問題の間に『解けそうだけど解けなくて、考えていることが面白い問題』というのがあって、この方向で解けそうかも、という予感がある状態でいつも考えているんです。それがすごく楽しい。それで失敗しても、だったらこうやったらいけるかな、とまた考えられる。そういうストックをどのくらい持てるかというのが、アウトプットに関係するのかなと思います」

特集

分ける

大きなことを、小さなことへ。
複雑なものを、単純なものへ。
人は理解するために物事を分ける。
見分ける、聴き分ける技術に迫る。

01 共同研究

やがては耳の代わりに
～音源分離のリアルタイム化への挑戦

特定の音だけを取り出す音源分離技術。
この応用範囲をさらに広げるための意欲的な取り組みについて紹介する。

※ 首都大学東京　小野順貴教授（p.2 参照）とリオンの共同研究

音源分離とは

実環境には様々な音源が存在し、これらが混ざりあっている。この混ざった音の中から特定の音だけを分離・抽出するのが音源分離技術だ。特に、音源がどこにあるかわからない中で混合音声から音を分離する技術を「ブラインド音源分離」と呼ぶ。雑音下でのAIスピーカなどの音声操作や、音源ごとの騒音モニタリング、また補聴器の聴こえ改善、音楽や動画の加工など、多くの用途への応用が考えられる。

聴覚への挑戦

リオンの春原政浩らは、2000年代初頭に社内でこのブラインド音源処理についての勉強会を行っていたが、実用化には程遠いと感じていた。当時、10秒間の混合音声を分離する計算にパソコンで30分以上かかり、分離性能も決して良いとはいえなかった。しかしその後、潮目が変わった。2011年に、国立情報学研究所（当時）の小野順貴教授が、ブラインド音源処理において画期的なアルゴリズム「補助関数型独立ベクトル分析」を発表し、分離性能や計算コストを大幅に改善することに成功していた。

春原政浩（事業技術開発課）

「小野先生の論文を自分でも実装して動かしたら、2人の話者の片方が完全に消えていた。自分がそれまでやってきたのと雲泥の差でした。あとは時間遅れだけ短くすれば、補聴器などの聴覚デバイスにも応用できるかもしれないと思いました」（春原）

このアルゴリズムは、入力から出力までの間に原理的に1フレームの長さに相当する時間遅れを生じることがわかっていた。例えば、サンプリング周波数16 kHzでフレーム長が4096サンプルの場合、アルゴリズムによる時間遅れは256ミリ秒になる。十分短いように思われるが、人間の聴覚は鋭敏だ。元の音と一緒に聴くと二重に聴こえるし、また実際、自分の発話をヘッドホンで聴きながら話した場合、聴覚フィードバック効果により発声の流暢さが阻害されたり、リップシンクのずれにより不自然さが増大したりする。春原らは小野教授とともに、このアルゴリズムを、人が時間遅れを感じない10ミリ秒以下にまで短くすることを試みた。

「最初はさすがに無理だと思いましたが、春原さんたちがすごく積極的だったので、一緒に考えることにしました（笑）。与えられた条件の中でベストを探すというのは、エンジニアリングの視点では価値がありますから」（小野教授）

やってみたらできちゃった

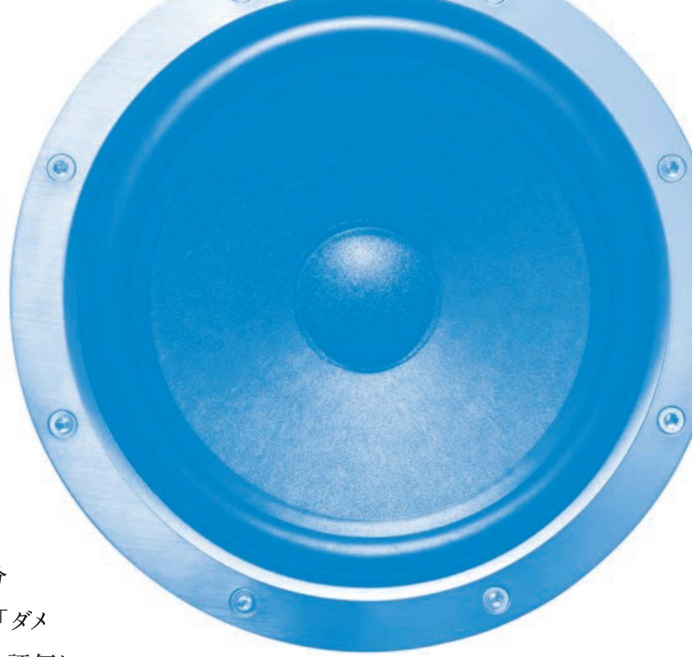
試行錯誤の末、分離FIRフィルタを用いて分離信号を時間領域で推定し、かつ時間遅れの要因となっていた分離FIRフィルタの非因果成分を大部分カットする（図1）という2本立てでシステムを構成。特に、低遅延化に大きく寄与した後者の「カットしたフィルタを使用」は、常識的には分離性能が低下すると思われる「ダメ元」の手法だった。しかし実際に評価してみると、従来とほとんど遜色ない分離性能を保っていた。そのため、「なぜこれでうまくいくのか」を逆に考える必要に迫られた。

「『だめだと思うけど、一応やってみますか』と言っていたのをやってみたらできちゃった。意外とシンプルな中に答えがありました。小野先生に理論づけしていただいたおかげで、安心して使えることがわかりました」（春原）

こうしてアルゴリズム遅延は大きく短縮することができたが、移動する音源への追従や、分離した複数音源のどれにフォーカスするかなど、その先の課題も目の前にそびえている。人間の耳への挑戦はまだまだ続く。

聞き手：岡崎道成

（参考文献）
春原、春田、小野「準因果的な時間領域フィルタによる低遅延リアルタイムブラインド音源分離の実現」，日本音響学会秋季講論集，pp.581-584，2017



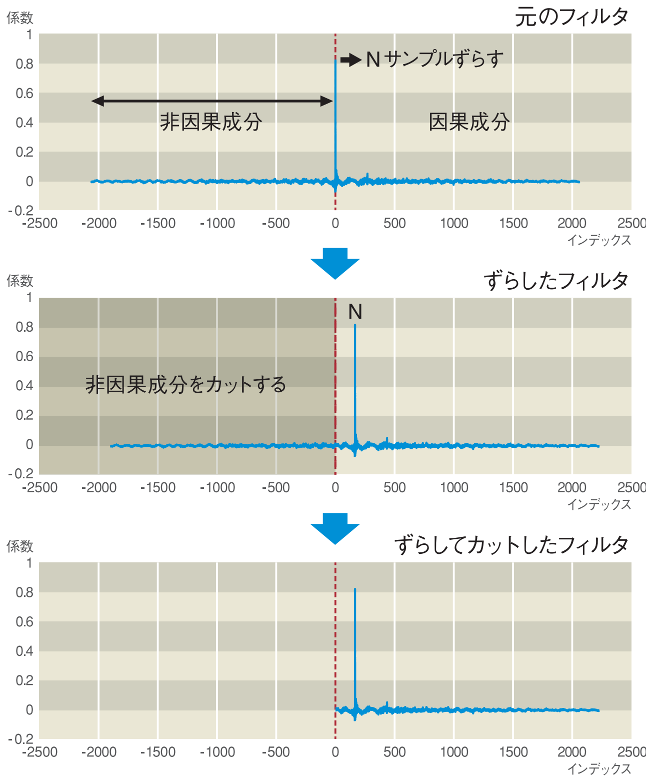


図1　時間領域FIRフィルタの準因果化

図2　低遅延音源分離のデモ装置

ポップス音楽、女声1、女声2、クラシック音楽の4つの音源のスピーカ。CDケース上は4つのマイクロホンで、左のPCインタフェースを経てパソコンに接続されている。
ヘッドホンからは選択した音源のみが聴こえる

02 事例紹介

特定の音の伝わりを可視化する
～屋外環境音の識別

既報[1]で環境音の自動音源識別について紹介したが、今回は一歩進んで、ターゲットとする特定の音のみの伝搬を可視化した事例[2][3]を紹介する。

自動音源識別で ターゲット音のみを可視化

騒音は、ある意味で音楽以上に、人々の生活に密接にかかわる音と言える。騒音は、一般的に騒音計を用いて、その測定値を基に議論されるが、たとえば交通騒音を測定する場合、そこに飛行機の音や緊急車両、あるいは雷など対象外の音が混入しても区別するのは難しい。人手をかけて音を仕分けるにも、かなりの労力とコストが必要だ。

「そこで、できるだけ労力をかけずに、しかも高い精度でターゲットの音だけを識別し、その音が伝搬していく様子や時間変化を可視化しました。それが、今回開発したディープ・ラーニング技術を用いた自動音源識別です」

すなわちリオンの大島俊也らは、多様な音が混在する環境で、ディープ・ラーニングによって音源識別を行い、特定の音のみの伝搬の様子を捉えてマップ上に可視化したのだ（図1）。

伝搬がわかると 音源位置もわかる

屋外での音の伝搬は、風向きや日照など気象状況により大きく左右される。しかも、大規模工場（プラント）が発する音は、伝搬距離が数百m以上に及ぶこともあるため、どのように音が届くのかを予測することが難しく、計測しても、途中には道路など別の音源があるため、本当に工場からの音なのかを判別するのも困難だ。

そうした状況でも、こうした自動音源識別の技術を使えば、ターゲットである工場の騒音のみが伝搬する様子を、気象影響もふまえた上で、分かりやすく表示することができる。さらにこの技術を応用すれば、逆算的に、ある音がどこから発生しているのか、その位置を特定することも可能と考えられる。

こうして「聞こえてはいけない音」の対処だけでなく、防災行政無線による拡声音のような「聞こえなくてはいけない音」が街中をどう伝搬するのかを明らかにすることもでき、結果、防災放送が聞こえないエリアを解消することにも役立つ技術なのだ。

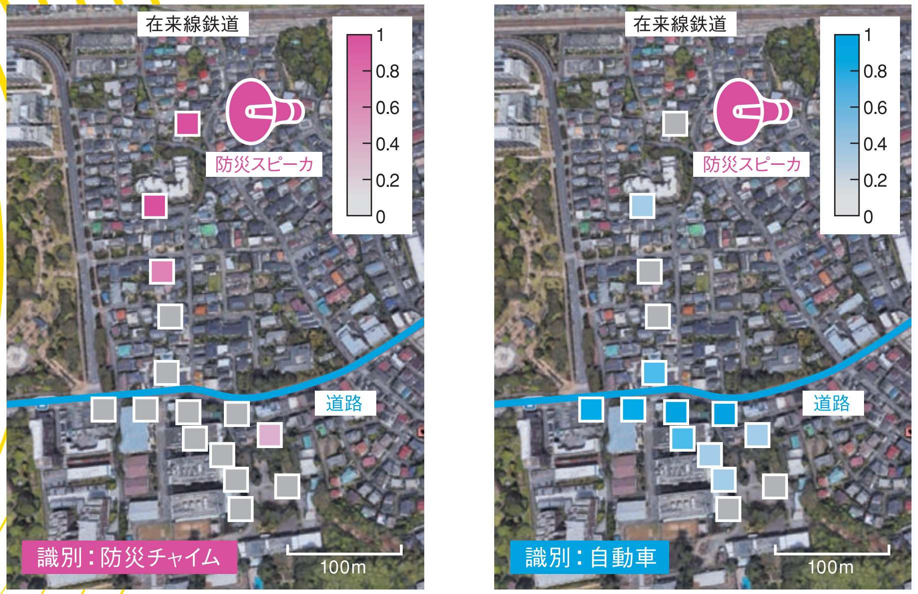


図1　防災放送の定時放送チャイムが鳴っている同時刻の分析例

北側に在来線鉄道、南側に比較的交通量の多い二車線道路が走る場所。縦方向距離は約500m。2枚とも、防災放送の定時チャイムが鳴っている同じ時刻のスナップショットである。四角い印は騒音計が配置してある場所で、それぞれ色が濃いほどターゲット音が存在する確率が高い。図は静止画だが、アニメーションでは防災放送の音が340m/sの音速で伝わっていく様子を見ることができる。

左：防災放送の識別器を通したインジケータ。防災放送スピーカ近くのみで反応が強い。
右：自動車の識別器に通したインジケータ。防災放送の音には反応がなく、
道路を中心とする自動車騒音のみの伝搬の様子がわかる。

デモ動画はこちら　https://youtu.be/f1GTA56VX08

大島俊也（開発部）

多様な音で 「良い環境」を見分けたい

音源識別は、このように人々の日常生活に大きく寄与する可能性を秘めた新技術だが、大島はさらに、「この研究を進めるとその街の“環境”が見えてくるんです」と続ける。公害が社会問題になっていた高校生の時に「環境を守る仕事をしよう」と考えたという大島は、以来騒音の研究を通して、よりよい環境作りを目指してきた。現在勤務する開発部のあるのは環境機器事業部と、奇しくも“環境”と名の付いた部署だ。そんな大島の最終目標は何だろうか。

「本当にやりたいのは、悪い音だけを判定するのではなく、“いい音”も評価して、音環境を診断したいのです。街の音を測定する際、たとえばそこにどんな種類の虫や鳥が鳴いているのか、そこまで識別したい。騒音問題だけを考えれば、飛行機や電車、車、工場の音さえ分かればいい。でも私自身は、利便性に加えて、緑が多く、なるべく生物が多様であることが潤いのある“まちづくり”に必要なのではないかと考えています」

取材：布施雄一郎（音楽テクニカルライター）

（参考文献）
[1] 中島,「ディープ・ラーニングで自動音源識別」, RION Shake Hands Vol.5, pp.10-11, 2017
[2] 大島ら,「DNNによる屋外環境騒音の識別と伝搬可視化」, 日本音響学会秋季講論集, pp.571-574, 2018
[3] 大島ら,「DNNによる防災放送音の識別とその住宅地域内への伝搬可視化」, 日本騒音制御工学会秋季講論集, pp.97-100, 2018

03 技術紹介

微生物粒子を見分ける
～生物粒子計数器

水中にある微粒子が生物か非生物かを迅速に見分けるのが生物粒子計数器です。これは、生物特有のある現象を検出することで可能になりました。

なぜ生物粒子を測るのか

製薬業界や食品業界などでは、原材料や製造工場で使用する水の清浄性・安全性を確保するために、微生物が混入していないことを確認する作業が欠かせません。

微生物は、時間とともに増殖する、人体に影響を与えるなど、単なる物質としての微粒子とは異なる特徴があります。このため、製造工程に対してリアルタイムな検査・計測を連続的に行うことが望まれています。

水中の微生物を検出する手法は、従来から培養法をはじめとし、蛍光染色法、生物発光法など様々な方法が開発されてきました。中でも培養法は、操作が比較的容易なことから、水中の微生物汚染管理に最も多く用いられています。しかし、結果が出るまでに時間がかかる、検出できる微生物が限られる、検査者の習熟度によって結果が異なるなどの課題がありました（表1）。

表1　培養法と生物粒子計数器の検査性能比較

性能項目	培養法	生物粒子計数器
検査にかかる時間	3日～1週間	リアルタイム
検出できる菌	自然界の微生物の1％程度	微生物類のほぼすべて
必要な前処理	培地作成、サンプリング	不要
検査の安定性	検査者の熟練度によって異なる	熟練度に拠らない
検査のインライン化	不可能	可能
検査の考え方	検知と分析	検知（スクリーニング）

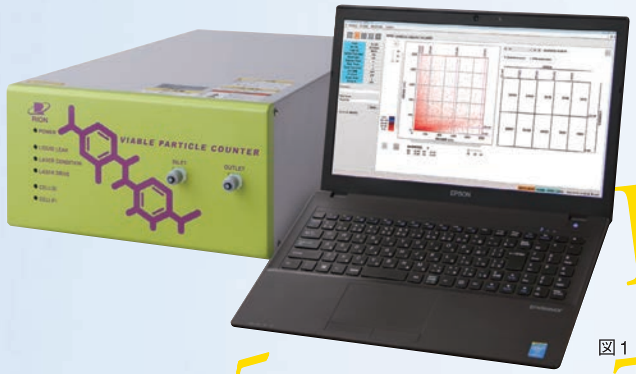


図1　生物粒子計数器

生物粒子を見分ける

微粒子が生物かどうかを見分けるには、生物特有の特徴を捉える必要があります。実は、微生物をはじめすべての生物の細胞は、代謝活性物質として、ビタミンB_2の一種である「リボフラビン」を持っているのです。リボフラビンは、所定の波長の光を当てると自家蛍光を発することが従来から知られていました。リオンの生物粒子計数器（図1）はこの性質に着目し、微生物の自家蛍光を検出することによって、微生物粒子をその他の粒子と区別して計数します。

検出感度を向上させる工夫

生物粒子計数器には、センサ部と、その前段に深紫外線照射部があります（図2）。センサ部では、通常の微粒子計と同様、フローセルと呼ばれる細い管に試料の液体を通し、そこにレーザ光を当てます。通常の微粒子計と異なるのは、リボフラビンを蛍光させるための波長をもつ高出力のレーザ光と、生物粒子から生じた自家蛍光を検出するセンサを使用していることです。蛍光検出信号を捉えることで、その微粒子が生物粒子であることを瞬時に判定します。

しかし個々の微生物が発する自家蛍光は非常に微弱であるため、ノイズとの区別が困難な場合があります。そこで検出部の前段で、深紫外線（300ナノメートルより短波長の紫外線）を照射しておきます。これにより微生物内のフラビンが酸化し、自家蛍光強度を強めるため、微生物粒子の検出感度を上げることができるのです（特許取得済み）。

生物粒子計数器は、あらゆる生物細胞が持っている自家蛍光現象をキャッチすることで、多くの種類の微生物を検出することができ、さらに製造工程で求められている「迅速」「手間いらず」「自動化可能」な検出への要求にも対応するのです。

佐久間暢（微粒子計測器販売課）

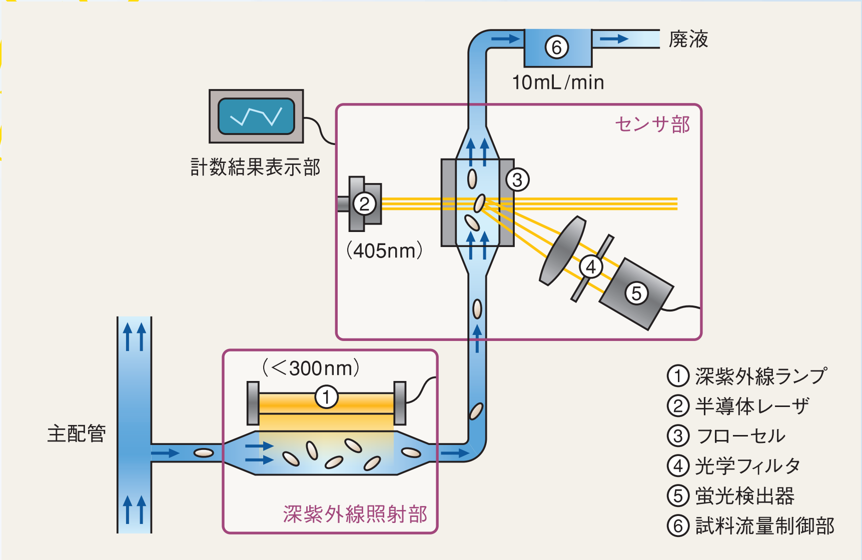


図2 生物粒子計数器の構成概要
深紫外線照射部：微生物の自家蛍光を特異的に増強
センサ部（蛍光のみを検出するタイプ）：微生物の自家蛍光を検出

お答えします！

教えて！佐久間さん

発光生物でなくても測定できるの？

そうなんです。ホタルや深海生物などの発光生物は体内反応で自ら発光していますが、リボフラビンはあらゆる生物に含まれている蛍光物質で、波長400ナノメートル付近の光を当てると蛍光します。蛍光は、特定の波長の光からエネルギーを受けて（励起されて）発生する外因的なものです。本器ではこの蛍光を捉えて計数します。

死んだ微生物でも検出できるの？

よくぞ聞いてくださいました！死んだ微生物は増殖しないので、培養法では検出できません。でもリボフラビンは死後も細胞内に留まっているので、死んだ微生物でも検出することができるのです。こういうの、なかなかないんですよ。

生物でない微粒子も検出できるの？

センサ部に散乱光検出器を併用するタイプの計数器では、生物・非生物の両方を同時に検出することができます。

シリーズ

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3回）

「品質を保証する仕組み ——バリデーション」

医療用クリーンルームとそのモニタリングについて、
最終回の今回は、計測の正しさを保証する仕組みであるバリデーションについて解説する。

同じものを製造できる保証

製造ロットから1個の抜き取り検査を行って合格だった時、直ちにそのロットの残り全てが合格であるとは言えない。しかし、全製造段階で均質的に製造できることが何らかの手段で保証されていれば、残りも合格ということができる。

医薬品は人間の命や健康に直接かかわるため、目的とする品質をもつ製品を恒常的に製造できていることが極めて重要である。これを要件として定めているのがGMP※1で、その目的は以下の3点である。

◎人為的な誤りを最小限にする

◎医薬品に対する汚染及び品質変化を防止する

◎高い品質を保証するシステムを設計する

バリデーションはこれを実現する手段であり、製品に期待される品質を得るために、検査・分析の方法や、作業プロセスなどが適切であるかを科学的に検証し、記録として文書化、保存することである。

※1 GMP（Good Manufacturing Practice）
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

【厚生労働省令第179号第2条より】
「バリデーション」とは、製造所の構造設備並びに手順、工程その他の製造管理及び品質管理の方法が期待される結果を与えることを検証し、これを文書化することをいう。

モニタリングシステムのバリデーション

クリーンルームも、医薬品を製造する設備の一つとしてバリデーションの対象となる。クリーンルームの清浄度管理に使用される気中パーティクルカウンタや多点モニタリングシステムは、バリデーション対応として適格性評価が実施される。ここでは据付時適格性評価と運転時適格性評価について述べる。

（1）据付時適格性評価

IQ：Installation Qualification

据付する設備が要求を満たすことを確認し、文書化する評価である。多点モニタリングシステムでは、一般的に以下の点について確認及び記録が行われる。

◎ システムの各機器は仕様を満たしているか

◎ 外観に異常はないか

◎ 据付位置や場所は正しいか

◎ 機器に接続されるケーブルは適切に接続されているか

◎ ソフトウェアは正しくインストールされているか、など

ただし、これらは気中パーティクルカウンタの出荷時に製品検査書や試験成績書といった文書で確認されている項目もある。そのような項目については改めて現場で実施確認することはせず、文書の内容をもって確認とする場合もある。

（2）運転時適格性評価

OQ：Operation Qualification

設備が稼働したときに目的の性能を発揮することを確認し、文書化する評価である。多点モニタリングシステムでは、センサの性能評価は一般的に以下の点について確認及び記録が行われる。

◎動作確認

◎流量試験

◎偽計数試験

◎計数効率試験、など

システムの性能評価では、以下の点について確認及び記録が行われる。

◎各測定点にそれぞれ設置された気中パーティクルカウンタで計測した結果と集中管理ソフトウェアで得られた結果が一致していること

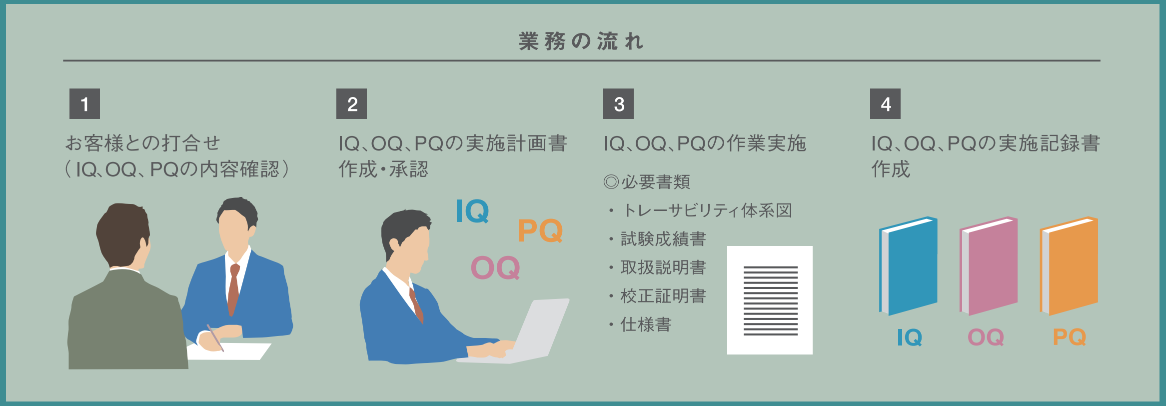
◎ 不具合の発生を知らせる通知が発報されること

◎各測定点のモニタリングが連続して行えること、など

システムによってはモニタリング結果の印字や、定期的にデータをバックアップする機能を有している。その場合にはそれらの機能も適格性評価の対象となる。

これらの後、実稼働時に行われる性能適格性評価（PQ：Performance Qualification）を行い、確認事項の記録を作成する。このようにして、モニタリングシステムはクリーンルームのバリデーションに組み込まれ、清浄度が維持管理されることになる。

近藤聡太
（微粒子計測器開発課）



リオンのバリデーション対応業務フロー

製品でひもとくリオンの技術史

製品温故知新

電池いらずの騒音計校正音源
砂時計式レベルチェッカ

1955年(昭和30年)、リオンは最初の騒音計(N-1101)を発売しました。
そのときに付属品としてついていたのがこちら。これは一体なに……?

リオンの前身である「小林理研製作所」の表記。電池ボックスもスイッチも見当たらないこの物体は、騒音計の校正音源です。電池駆動式の校正音源であるピストンホンが登場するまで、長期間使用されていました。中央の円形部分から音が聴こえるのですが、原理は何と、砂時計式です。本体を180度ひっくり返してから元に戻すと、中で砂が金属板に当たって音が発生する仕組みです。

当社OBの技術者は、この製品について次のように述べています。「私は、この開発された音響校正器は、リオンの音響測定器製品の最も優れた製品の一つではないかと考えている。(中略)電源も電池も必要ない、ただ手でひっくり返すだけでいい、まったくエコなのである。このようなシンプルなメカニズムを開発した当時の技術陣の発想に敬意を表したい。そして技術の本質を叩きつけられた気がする。」(リオンニュース2012年秋号より)

レベルチェッカを分解してみよう!

①初期のものはもはや「骨董品」扱いです。以前、職場で見つけた後継機種がこちら。NC-07という型式になっています。1インチマイクロホン用の差込口がついています。

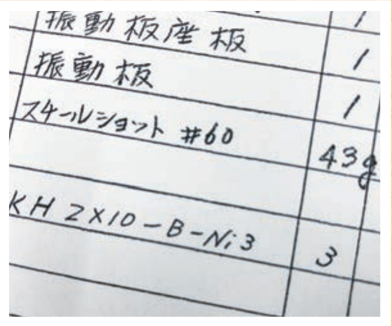
②製品名は「レベルチェッカ」、発生レベルは95ホン、製造年は昭和48年(1973年)です。昔の騒音レベルの単位「ホン」が時代を感じさせます。では早速分解してみましょう。ワクワク。

③内部です。左が表面パネル、右が背面パネルです。左の金属円板は共鳴板でしょう。非常にシンプルです(砂は取り除いてあります)。

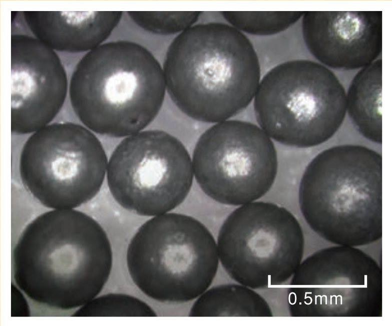
④ここから砂が落ちるんですね。まさに砂時計。穴の径は2mmほどです。

⑤ 砂を詰めてみるとこんな感じです。カバーも何もないので、気を付けないとこぼれそうです。

⑥落ちた砂がこの金属板に当たって「シャー」というホワイトノイズ風の音が鳴ります。なんと画期的!音は十数秒続きます。



⑦部品明細表に「スチールショット」とあるので、鉄の砂だとわかります。#60はサイズ記号でしょうか。



⑧砂を拡大してみました。スチールショットは、工業加工研磨用の材料として市販されているものです。一定の音量を出すために、様々な試行錯誤があったことでしょう。

私も、初めて「シャー」という勢いの良い音を聞いたときに、思わず「おお」と声を上げたのを覚えています。シンプル・イズ・ベストを地で行っています。(岡崎道成)

オフィスから
こんにちは

巨大中国市場の波を乗りこなす

上海理音科技有限公司(上海リオン)

上海理音科技有限公司は、リオン本社が100%出資する海外で唯一の現地子会社です。前身の上海理音商貿有限公司から業務を引き継ぎ、現在5期目を迎えております。北京・広州に常駐するメンバーを含め、総勢14名で中国におけるリオンのプレゼンスを高めるべく、日々奮闘しております。

オフィスは上海の西の郊外に位置し、ちょうど東京の西部にある国分寺の位置関係とよく似ています。オフィス周辺は、いわゆるハイテクパークと呼ばれる、ソフト開発や企業のバックオフィスなどのIT関連産業の集積地であるため、プログラマなどの若年層が大挙して出勤する波に揉まれながらのサーフィン通勤、もとい地下鉄通勤です。

通勤の話をしましたので、少し上海の交通にまつわる話もします。中国のバス・電車といえば降りる人に関係なく我さきに乗ってくる、というイメージがありますが、上海は都会化して洗練され、乗車マナーは大変良くなりました。満員電車でも、日本のように無理やり詰めて乗ってくる、ということがなく、比較的余裕があります。エスカレーターも片側を空ける習慣はあるものの、日本と違い片側開けないとまずい!という強迫観念がありません。詰まったら諦める。文句をいう人はいません。達観しております。

私が駐在しているこの3年間にも、中国の新しいビジネスモデルがいくつも出てきています。シェアサイクルはその典型ですし、日本のメディアでも盛んに取り上げられるキャッシュレス決済も、QRコードから今後は声紋や顔認証決済に代わっていく予兆もあります。新しいもののいくつかは成功し、消えてなくなったものももちろん多くあります(例えばピザの自動販売機。日本よりも導入は早かったですが、あれはどこにいったのでしょう?)が、そのトライ&エラーの精神は目を見張るものがあります。「石橋を叩いて壊してしまう」と揶揄されがちな日本が見習うべき点として日々痛感しています。

ともあれ、百聞は一見に如かず、ぜひ皆さま上海にお越しいただき、上海リオンへも足を伸ばしてください!

山谷広典(総経理)

上海・外灘の夜景

上海理音のエントランス

職員懇親会にて(中央が筆者)

〒200233 上海市徐汇区宜山路900号 科技产业化大楼C区501室
TEL:+86-21-5423-5082
http://www.rionchina.com/

RION JOURNAL

サイエンスコラム

夢の実験室 ──国際宇宙ステーション

国際宇宙ステーション(ISS)は、地上から400km上空を秒速8kmの速度で飛んでいる。その中では、微小重力環境を用いて新しい素材開発が進められている。

筆者は10年以上前から、JAXAや多くの企業・大学と一緒に「3次元フォトニック結晶生成実験(3DPCプロジェクト)」に関わっている。これは宇宙でオパール結晶を作る実験だ。オパールは0.1 μmの大きさのガラス玉がきれいに3次元配列した構造をしており、将来の光学素子として期待される、古くて新しい素材である。

オパール生成装置は、ロシアのバイコヌール宇宙基地にある実験施設で組み上げられ、プログレス補給船に積まれる。写真は、筆者が2005年に訪問したバイコヌール宇宙基地で、実際に打ち上げを待つソユーズロケットだ。ロケットは、組み立て工場からは、寝かせた状態でディーゼル機関車に引かれて、ゆっくりと射場に向かう。今回は、早朝マイナス20度の空気の中、厳かに進むロケットをバスで追いかけ、その雄姿をじっくりと楽しませてもらった。そして、夜中になっての打ち上げ。目の前で、閃光を放ち、熱い炎を感じさせる打ち上げであった。

装置は、宇宙飛行士の手によってISSの規定の場所に取り付けられ、新たなオパール素材作りがなされた。自然が500万年かけて作るものを1週間で作るのだ。これ以外にも新しい薬の開発のためにたんぱく質の結晶化などもなされ、いずれはこのISSでできた素材が、世界で広く有効利用されることになる。

ISSは、地上ではできない、微小重力下での実験を可能にする夢の実験室である。

瀧口義浩(顧問、光産業創成大学院大学 学長)

打ち上げを待つソユーズロケット(筆者撮影)

日本の風景

塩山(山梨県)の古民家にて　撮影:澤本晴雄(製造技術部)

甲州の干し柿は「枯露(ころ)柿」として知られる。
晩秋の乾いた天日にさらされて、渋柿が甘く生まれ変わる。

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

近藤正紀さん 計測器海外販売課

プロレーサーの放つオーラに魅了され　――自転車競技

――自転車を始めたきっかけは。

高校2年のときにロードバイクを購入し、友達と海へサイクリングしたのが始まりです。競技志向になったのは高校3年の時。春休みに単身ヨーロッパ旅行中にフランス郊外で本場プロのロードレースを生観戦し感銘を受けました。選手の放つオーラがかっこいいと思いました。大学進学のとき、高校の先生から今所属している実業団チームを紹介されて競技を始めました。チームには実力者も多く、色々な経験をして実力をつけました。

――自転車競技の魅力を教えてください。

マラソン的な体力勝負の部分とサッカーのようなゲーム要素の両方を併せ持っていることです。キツイ練習や怪我のリスクなどもありますが、上手くレースを運んで好成績を収めたときは最高に嬉しいです。非日常を共有するチームメイトとの間には特別な連帯感があります。競技では大変なことが次々に起こるので、多少の事では動じなくなります。

――仕事と自転車競技の両立は大変ですか。

10代から始めても、仕事をしながら続けられる人はわずかです。自分も就職してから続けられる確信がなかったのですが、社内に自転車界では知る人ぞ知る伊藤明さんと齋藤敦さんがいて、2人の姿に刺激され今も続けられています。

――最近の成績はどうですか。

2017年1月に、ツインリンクもてぎ100kmサイクルマラソンのエキスパート部で優勝。50km地点から先頭集団で逃げて、スプリントを制して先頭でゴールできました。

競技の中ではタイムトライアルが得意で、2017年9月に、国内のトップ選手が出場するJBCF※タイムトライアルチャンピオンシップで10位に入れたことが自信になっています。

※JBCF 全日本実業団自転車競技連盟

ツインリンクもてぎで優勝！

タイムトライアル疾走中

――社内でも自転車が好きな人が多いと聞きます。

最近、会社で自転車同好会ができました。自転車を通じ、部署間を越えて輪が広がっています。年齢も職種も関係なくコミュニケーションができ、自転車をやっていてよかったと思います。

リオン自転車同好会　後列左から2番目が近藤さん

聞き手：岡本伸久

公益社団法人日本プラントメンテナンス協会主催

2018年度 TPM優秀商品賞を受賞

TPM
2018TPM優秀商品賞
開発賞
TPM Awards

TPM優秀商品賞は、メンテナンス機器に関する新技術の開発を奨励し、メンテナンス技術の進歩を促進するために制定された審査・表彰制度です。優秀商品賞の中でも、アイデアと先行性・独創性に優れている商品として、開発賞を受賞しました。

振動分析プログラム SX-A1VA

振動分析プログラムSX-A1VAは多機能計測システムSA-A1に振動測定の機能を付加するプログラムです。
振動測定の基本的な機能を有し、産業機械の設備診断や傾向管理が行えます。
さらにFFT分析機能やエンベロープ処理機能を用いた精密診断なども行え、ISO絶対値判定機能を用いた評価も可能です。

日本タウン誌・フリーペーパー大賞2018

本誌が企業誌部門で『優秀賞』を受賞

一般社団法人 日本地域情報振興協会
日本タウン誌・フリーペーパー大賞2018
特別協賛 シヤチハタ株式会社
Nippon Community Contents Association

後援：内閣府 / 経済産業省 / 農林水産省 / 観光庁
（公社）日本観光振興協会

日本タウン誌・フリーペーパー大賞は、日本で唯一、全国各地のタウン誌・フリーペーパーの中から毎年優れた媒体を表彰するアワードイベントです。一般社団法人日本地域情報振興協会主催で、今年で8回目を迎えます。
本誌は前号Vol.7で初めて企業誌部門にエントリー。編集コンセプト、コンテンツクオリティ、ユニークさが評価され、優秀賞を獲得しました。これからも誌面を通して、リオンのモノ作りへの熱い思いを読者の皆様にお届けしてまいります。どうぞご期待ください。

TOPICS 研究発表会／解説記事等

【 音響振動計測器関連 】

◎日本音響学会　騒音・振動研究会（8/6 神奈川工科大学）
- 音の識別とその手法について／中島康貴, 藤田知穂, 内藤大介, 砂子学人, 大島俊也（リオン）

◎2018年度日本建築学会大会［東北］（9/4～6 東北大学）
- 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3　金属板の影響／足立大（リオン）, 小谷朋央貴（フジタ）

◎日本音響学会 2018年秋季研究発表会（9/12～14 大分大学）
- DNNによる屋外環境騒音の識別と伝搬可視化／大島俊也, 藤田知穂, 内藤大介, 砂子学人, 中島康貴（リオン）
- 騒音ログアプリケーションを利用した騒音の主観的・客観的評価の試み／上田麻理（神奈川工科大）, 廣江正明（小林理研）, 三浦貴大（産総研）, 尾崎徹哉（リオン）, 平栗靖浩（近大）, 土田義郎（金工大）, 森原崇（石川高専）
- 低周波音源の位置推定に関する検討 ―音源領域を囲うマイクロホン配置についての屋外実験― ／土肥哲也, 岩永景一郎, 小林知尋（小林理研）, 中島康貴（リオン）
- 音源の視覚的イメージが交通騒音のアノイアンスに及ぼす影響の考察／山田一郎（リオン）, 廣江正明（小林理研）, 上田麻理（神奈川工科大）

◎日本騒音制御工学会 2018年秋季研究発表会（10/13～14 神奈川大学）
- DNNによる防災放送音の識別とその住宅地域内への伝搬可視化／大島俊也, 藤田知穂, 内藤大介（リオン）

【 微粒子計測器関連 】

◎クリーンテクノロジー Vol.28 No.7（2018.7）
- 注射剤管理に使用する液中パーティクルカウンタ／長部航（リオン）

◎第35回エアロゾル科学・技術研究討論会（7/31～8/2 名古屋大学）
- 製薬産業向け気中OPCの計数効率評価～インクジェットエアロゾル発生器を用いた校正法の標準化～／篠崎大将、水上敬（リオン）、飯田健次郎、桜井博（産総研）

◎空気清浄56巻3号（2018.9）
- 製薬産業向け気中OPCの計数効率評価～インクジェットエアロゾル発生器を用いた校正法の標準化～／飯田健次郎、桜井博（産総研）、篠崎大将、水上敬（リオン）

◎10th International Aerosol Conference（9/2～5 St.Louis, Missouri, USA）
- Counting Efficiency Evaluation of Optical Particle Counters in Micrometer Range by Using Inkjet Aerosol Generator／K.Iida, H.Sakurai（AIST）, D.Shinozaki, T.Minakami（RION）

◎SEMICON TAIWAN（9/5～7 台湾）
- Semiconductor Materials Forum Topic 5: New Liquid-Borne Particle Sensor for Chemicals／K.Iwahashi, M.Shimmura（RION）

◎「細胞培養加工施設の構築と運営管理の省力・省コスト化」（2018.10.31 発刊）
- 第6章　細胞加工業務に関連した周辺技術および装置の開発、第4節 清浄度多点モニタリングシステムと気中パーティクルカウンタ／齊藤光秋、水上敬（リオン）

◎The 26th International Symposium on Semiconductor Manufacturing（ISSM 2018）（12/10～11 KFCホール）
- Real Time Measurement of Exact Size and Refractive Index of Particles in Liquid by Flow Particle Tracking Method／T.Tabuchi, K.Bando, S.Kondo, K.Kondo(RION), H.Tomita, E.Shiobara, H.Hayashi（Toshiba Memory Corporation）, H.Kato, Y.Matsuura, A.Nakamura（AIST）

展示会

音 音響振動計測器関連／微 微粒子計測器関連

- 音 第10回振動技術展（2/7～8、パシフィコ横浜）
- 音 日本音響学会 2019年春季研究発表会（3/5～7、電気通信大学）
- 音 人とくるまのテクノロジー展 2019 横浜（5/22～24、パシフィコ横浜）
- 微 SEMICON KOREA 2019（1/23～25、ソウル・韓国）
- 微 第5回インターフェックス大阪（2/20～22、インテックス大阪）
- 微 SEMICON CHINA 2019（3/20～22、上海・中国）

編集後記

「今までで一番いい表紙」と社内でも評判だった前号 Vol.7が、おかげさまで企業誌としてフリーペーパーの賞を受賞いたしました（詳しくはp.19）。編集委員たちが毎回熱く議論しながら手探りでやってきただけに、喜びもひとしおです。関係者のご尽力、社員のご協力に心より感謝します。これからも手に取っていただける、「へえ」と声があがる誌面を目指します。今号の音源分離もぜひデモ動画をご覧ください。びっくりです。（岡崎）

表紙について

賑やかな場所でも相手の話に意識を向けることができる、空調の音を気にせず仕事に集中できるなど、人は自然に音を聞き分けている。改めて人間の脳は精巧なコンピュータのようだと実感させられる。（小穴）

バックナンバーはこちらからご覧いただけます。
アンケートにお答えいただいた方へのプレゼントもあります。
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／2019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

SH-00080　　この印刷物は環境に配慮したUVインキと再生紙を使用しています