

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.11
2020/4

特集

揺れる

INNER VIEW

荒井朋子氏 千葉工業大学
惑星探査研究センター 主席研究員

人生をかけられる
仕事を求めて
～隕石から太陽系の
歴史をひも解く女性研究者

「きれいな風」の作り方
～JAXAの風洞施設

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 浦弘樹氏

安心・安全な飲み水を作るために
～ピコプランクトンカウンタへの期待
琵琶湖環境科学研究センター 一瀬諭氏

リオン初のアーム型製造ロボット導入
～ハンドを入れ替えながら計測器を組立て

製品温故知新 Tr式微風速計

オフィスからこんにちは 品質保証部／リオンハムクラブ
サイエンスコラム ソリトン

日本の風景 花見

マンガでわかった！計測器 騒音計(第3回)

社員はV！山登り

荒井朋子氏

千葉工業大学 惑星探査研究センター 主席研究員

人生をかけられる仕事を求めて ～隕石から太陽系の歴史をひも解く女性研究者

写真／吉竹めぐみ

経歴から当然リケジョ（理系女性）と思いきや、「地球や太陽系の歴史をひも解く惑星科学は、理系と文系の融合のような研究」と語る。隕石に揺るがぬ興味を持ちつつも進路には悩んだ、そんな研究者の半生を聞いた。（文中敬称略）

流星観測プロジェクトをけん引

2016年7月から2019年3月にかけて、地球に降り注ぐ流星を国際宇宙ステーション（ISS）上から「見下ろして」観測するという、一風変わったプロジェクトが実施された。NASAとの共同プロジェクトで、ISSの地球を向いた窓に超高感度ハイビジョンカメラを取り付け、夜間の流星を長期連続撮影するという「メテオ」だ。このメテオプロジェクトをけん引したのが、惑星探査研究センター（PERC：Planetary Exploration Research Center）の荒井だ。「流星は、宇宙空間を漂う石のかげら（塵や固体微粒子と呼ばれる）が地球の大気圏に突入して高温高压となり、光を発することで生じます。大きさは、1mmから1cmくらい。塵の中には、炭素や有機物が数％程度含まれるため、太古の地球に降り注いだ塵が、生命誕生の種となった可能性があります。流星の明るさや色は、塵の大きさや速度だけではなく、その中に含まれる鉱物の種類や割合や組成によって違ってきます。天候に左右されずに流星の光を捉えることができるのが、ISSから観測する利点です」

流星にはランダムに発生するものもあるが、年に10回ほど観測される「流星群」は、

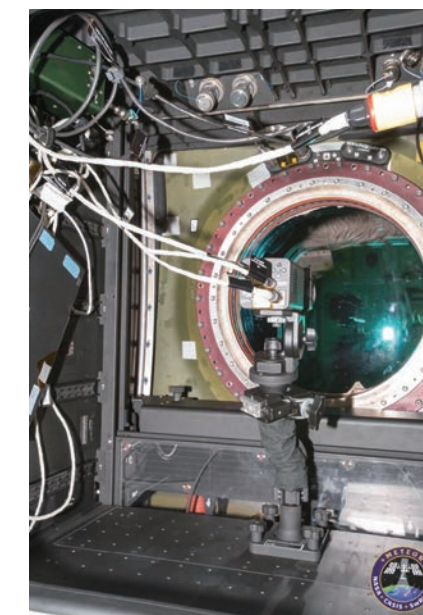
塵を放出する母天体である彗星や小惑星などがわかっており、見える時期や方角も決まっている。このような、由来がわかっている流星を観測することは、地球に塵として有機物をもたらす天体の性質、ひいては地球生命誕生の謎の解明につながるという。

すでに、流星が映り込んだ約20TB（テラバイト）の動画データの解析が始められている。流星群の時期には大量の流星が観測されるほか、地上の明かりや、宇宙からの放射線がカメラのセンサーに当たって発する光も映り込む。そのため、人が目で見て流星を抽出するのは困難であることから、コンペを行って自動抽出アルゴリズムも開発した。

「2年以上にわたる観測で非常に多くの流星データが得られたので、これらを丁寧に解析して、世界初の試みであるプロジェクトの成果として残していきたいです」

現在、ふたご座流星群の母天体である小惑星フェートンに探査機を飛ばして観測する、DESTINY+（デスティニープラス）計画が進められている。PERCとJAXAの共同ミッションで、探査機の打ち上げは2022年の予定だ。荒井はこのミッションで、日本人女性初の主任研究者を務める。「小惑星イトカワを探査したはやぶさ、小

惑星リュウグウを探査したはやぶさ2に次いで、日本が3番目に行く、そして人類が誰も行ったことがない天体の情報が得られるミッションです。私がこの探査計画を提案した経緯があり、その計画を国内外の多くの研究者の協力を得てここまで進んで来ているので、DESTINY+ミッションを確実に成功させ、フェートンの実態をちゃんと見届けたいというのが、大きな人生の目標です」



メテオプロジェクトで国際宇宙ステーションの窓に据え付けられたカメラ

© 千葉工業大学 惑星探査研究センター

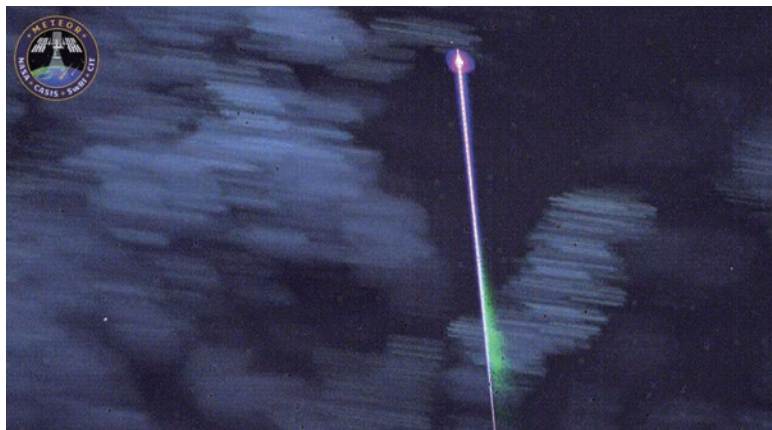
荒井朋子

Tomoko Arai

1971年、東京都生まれ。東京大学理学部地学科、同大学大学院理学系研究科博士課程修了。大学院在学中、日本学術振興会特別研究員としてNASAジョンソンスペースセンターおよびUCLAに留学。1998年、宇宙開発事業団（NASDA、現 JAXA）に入社。2004年、国立極地研究所南極隕石センターのプロジェクト研究員に着任。東京大学総合研究博物館研究員を経て2009年から惑星探査研究センターの上席研究員に着任。2018年より主席研究員、現職。2012年から2013年にかけて、米南極隕石探査隊に参加。2016年から実施された国際宇宙ステーションにおける流星観測プロジェクトをけん引。現在計画中の小惑星フェートンに探査機を送るDESTINY+ミッションの主任研究者。博士（理学）。



惑星探査研究センター
千葉県習志野市津田沼2-17-1
千葉工業大学津田沼キャンパス8号館7階
<http://www.perc.it-chiba.ac.jp/>



メテオカメラが捉えたペルセウス座流星群の火球（2016/8/11 モーリタニア上空）
© 千葉工業大学 惑星探査研究センター



メテオプロジェクトのミッションロゴ
© 千葉工業大学 惑星探査研究センター

石って、面白くないですか

荒井が所属するPERCは、惑星や小惑星、彗星など、太陽系を構成している天体を対象として、探査と科学という分野に焦点を当てて研究を行う、日本でも数少ない拠点だ。その目指すところは、太陽系や地球の成り立ち、生命の起源の解明だ。「こういう分野で皆さんがパツと思いつくのはJAXAやNASAだと思いますが、これらは国の機関として、ロケットや宇宙ステーションの開発や打上げなど、大がかりな計画を実施しています。PERCは、大学規模で気軽に宇宙開発や惑星探査をできるようにという思いで、千葉工業大学が2009年4月に大学直轄のセンターとして設立しました。それぞれの研究員が専門分野を活かしてJAXAやNASAに観測計画を提出したり、探査ミッションのサイエンスチームのメンバーとして参加し、観測機器の開発や成果を発表したりという活動を行っています」

「気軽に」とは言うものの、同センターは小惑星探査機「はやぶさ2」に載せる観測機器の開発や、月探査機「かぐや」で得られた膨大な月データの解析など、惑星探査の分野で確かな実績を積んでいる。荒井は設立当初から同センターに所属し、月や隕石の専門家として活躍してきた。「天

体は石でできている」という荒井は、石の話になると目を輝かせる。「惑星探査には、観測装置を作ったり、計算機シミュレーションをしたりと、いろいろな方法がありますが、私は石や塵など、とにかく直接目で見て、触って調べられる対象に興味があります。星を望遠鏡で見ても1点の光ですが、惑星や小惑星であれば、近づいていくと地球と同じように2次元、3次元の広がりがあるって、場所によって様子も違います。もともと私は地質出身なので、地球の地質調査と同じように、石を調べたい。隕石と呼ばれる地球外の天体由来の石は、その化学組成を調べると、由来した天体の組成がわかるし、同位体年代を分析すると、天体の年代や成り立ちがわかる。天体の歴史が刻まれている石って、面白くないですか。実際に地球外の天体へ行き、石を取って来ることができれば一番いいですが、それができないのなら、そこから飛んできた隕石を分析して、その天体について理解したいのです。隕石の分析は楽しくて大好きです」

大きな回り道を経て研究者に

両親は火星と金星の出身で、真ん中の地球で出会った——そんな話を幼い頃に聞かされていた荒井は、他の惑星に人間は

いないと学校で習ってショックを受けた。「同じ太陽系の惑星で、大きさも同じくらいなのに、どうして人間や生命がいるのは地球だけなのか、とても不思議でした。環境が全然違うと言われても、火星を見ても地球の砂漠と同じように見えますし。ですから、地球に近い天体に非常に興味があります」

荒井にいわゆる「リケジョ」という気負いはない。むしろ、数学も物理も苦手だったという。「高校3年生の夏の模試で、物理の点数が振るわず、これでは絶対落ちると思って、一念発起して理科の受験科目を地学に切り変えたのです。でも学校の授業で地学は習っていなかったので、塾で勧められた参考書を読んで受験勉強しました」

地学は、荒井が元々持っていた興味にピッタリとはまった。東京大学理学部に入った荒井は、迷わず地学科に進んだ。「石を調べると、天体の歴史や成り立ちがわかります。私は大学生時代にアルバイトで恐竜の化石発掘をしていた時に、石に地球の歴史が刻まれていることが面白いと思い始めました。でも地球は現在でも活動していて、プレートテクトニクスや火山活動により、表層の石は絶えず再生されるため、地表の石からは地球が形成された初期の情報はわかりません。一方、活動して

いない地球外の小天体の石には、太陽系や地球ができた当時の古い情報が残っています。そういう天体のカケラが、偶発的に地球に飛んできると隕石というのは非常に面白いと思いました」

中でも、荒井が興味を持ったのは、地球に最も近い他天体である月だった。米国のアポロ計画により、月から約380 kg 近くの岩石が地球に持ち帰られていた。しかし学部生ではなかなかアポロの試料に触らせてもらえない。そのため、代わりに月から飛んできた隕石を調査対象にした。博士課程に入り、NASAのジョンソンスペースセンターなどに留学した荒井は、念願のアポロの岩石の分析に明け暮れた。しかしその後、決して研究一筋で歩んできたわけではなかった。

「NASA 留学は、一生ここで研究したい、と思うほど楽しい時期でした。でも、やっぱり学位を取るためには帰って来なくてはいけない。任期付きのポスドクとして実績を積んで大学のポジションにつくというのが研究者の一般的な進路ですが、研究者の雇用環境は不安定です。研究か就職か悩んだ末、宇宙開発事業団(NASDA)の就職試験を受けて入りました。自分の専門分野を生かせる月探査の部署を希望したのですが、配属されたのは国際宇宙ステーションの部署でした」

そこで荒井は、宇宙開発の業務に携わりながら、個人研究ができる社内の制度を利用して惑星科学の研究を続けた。2003年にNASDAが宇宙三機関統合によりJAXAとなった際、研究者への転属を希望したが、叶わなかった。その後、結婚、出産を経て、研究一本で身を立てていく覚悟を決める。2004年に国立極地研究所のポスドクとして採用され、荒井は子育てをしながら、ようやく研究者としてのスター



トを切った。「大きな回り道でしたけど、私が人生をかけてやる仕事は何だろうと考えて、好きな石を研究していこうと決断しました。子供が産まれていなかったら、この決断はもっと遅れていたと思います。でも結局、今やっていることは、JAXAの探査計画に関わったり、国際宇宙ステーションでの実験を行ったりと、JAXAで働いていた7年間の経験が大変役に立っているので、無駄ではなかったと思います」

「自分の使命」を信じて

2009年に千葉工大がPERCを設立したとき、月や隕石の専門家として実績を上げていた荒井に声がかかり、初期メンバーとして加わった。それから10年。荒井は「日本人女性初の米国南極隕石探査隊員」「日本人女性初の惑星探査主任研究者」など、今や日本の惑星探査をけん引する存在となった。そんな荒井を支えているのは、NASAのプログラムディレクターに言われた“Believe in your mission”という言葉だという。「DESTINY+計画が採択される前、『この先どうなるかわからないけれど、提案し

た探査計画の実現のためにできる限りの力を尽くしたい』と話したら、『それが君のmissionなんだから、信じてやり続けなさい』と言われました。ここで言うmissionとは、宇宙ミッションというより、広い意味での『使命』のこと。人はそれぞれ、やるべき使命を持って生まれてきている、という意図です。ここ数年で言われた言葉の中で一番心に刺さった言葉です。自分が面白いと思うことを、自分の使命と信じてやっています」

日本の小惑星探査計画はやぶさの快挙により、「無人の探査機で地球外の天体から石を取ってくる」という手段が確立された現在、荒井の探求心もますます強まるばかりだ。「太陽系の様々な天体の石を研究して太陽系の歴史に関わる新たな知見を得たい、という興味が常にあります。太陽系の歴史の中で地球の生命がどのように誕生したのかという普遍的な問いの答えを求め、世代を超えて、研究のバトンを繋いでいく、その一部となって貢献できればいいなと思っています。ですから、探査計画が落ち着いたら、月の岩石や隕石の研究に没頭できる時間が欲しいです。引退してからかもしれないけど(笑)」👍

流れる

水の流れや空気の流れ。

流れは、世の中が一様ではないことを示してくれる。

流れから、ものの様子が見えてくる。

01 紹介

「きれいな風」の作り方 ～JAXAの風洞施設

風洞は、人工的に風を発生させる施設だ。空気力学や空力騒音などの研究に使われる。風洞に流れる風について、宇宙航空研究開発機構（JAXA）航空技術部門の浦弘樹氏にお話を伺った。



浦弘樹氏（JAXA 航空技術部門
空力技術研究ユニット主任研究開発員）

細かくして、絞る

ファンを回せば風が起きるが、連続循環式と呼ばれる風洞は、その測定部のサイズに対してはるかに巨大な施設によって風が作り出されている（図1）。

「トンネルが一周する施設の中に送風機や測定部があり、測定部が一番狭くなっています。ホースの先をきゅっと絞ると水の勢いが強くなりますが、同じ原理で、送風機で起こした風を、測定部の直前の一番広いところから絞って速くします」

こう語るのは、「2m×2m低速風洞」を管理する浦弘樹氏。この風洞では60m/sの風を起こすことができる。これは航空機の離発着時の風速にほぼ相当するという。「測定部のところで一番速く、かつ流れをきれいにしたいので、測定部の直前に集合胴という、断面積6m×6mの広い領域

があります。ここから2m×2mの測定部に絞ると、絞り比で9倍の速さになります」

なるほど。では、風の流れの「きれいさ」を表す指標はあるのだろうか。

「風がどの程度真っ直ぐ流れているかを示す『気流乱れ度』という指標があります。想定速度に対して変動する幅の比をとったものです。この風洞のスペックは0.06%で、非常に乱れが低い風洞の部類に入ります」

すなわち、風速60m/sに対して乱れ幅はわずか±3.6cm/s。通常、風洞の気流乱れ度は0.2%程度が一般的というから、ここは文字通り、桁違いに「きれいな風」と言えそうだ。どうしたらこんなきれいな風が作れるのか。

「送風機で風を起こした時点では流れは乱れています。それを低減するために、まずハニカム構造の整流格子を通して真っ直ぐな流れにしつつ大きな乱れを取り、さら

に整流網という非常に目の細かい金網を2枚通します。こうして乱れを細かくした上でギュッと絞ると、非常に速く、きれいな流れの風になります」

風洞で音を測る工夫

浦氏がこの風洞を使って行っている研究の一つに、航空機の風切り音の音源探査がある。翼部分の模型を設置し、どの部分から風切り音が発生しているかを、約100チャンネルのマイクロホンを放射状に配置して測定する。このとき、風洞特有の

現象を考慮する必要があるという。

「風が流れることによって、音が下流側に流されてしまいます。移流と言いますが、これを厳密に補正することで、正しい音源位置を推定します。また、マイクロホンを風の中に置くと雑音が発生するため、特殊な『無響測定部』を使います。模型を置いて風を通す部分と、マイクロホンを置く無響室が布の壁で仕切られているのです（図2）。布は防刃チョッキなどで使われているアラミド繊維でできています。布の織り目に小さな隙間があり、音は通しますが、風は大きくは抜けません」

さらに、壁表面の空気層では風速が急激に変化することで音波の屈折が発生するので、その補正も必要になるそうだ。

風洞利用をサポート

JAXAに入って十数年間風洞に関わっている浦氏は、前述のような自らのテーマの他、多くの内外ユーザーの風洞利用もサポートしてきた。「競技用自転車の空力特性を測定したり、日本オリンピック協会との共同研究でリュージュ（そり）の抵抗を減らす実験をしたこともあります。女子日本代表の選手が乗って、シャーレ（座席）とウェアの計測をしました。経験のないものが持ち込まれる度に、『こうやったらどうでしょうか』とユーザーさんと一緒に考えていくのが楽しいですね」👍

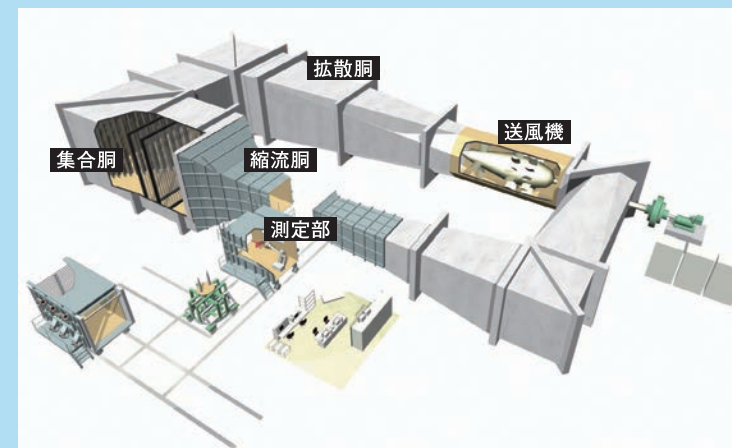


図1 2m×2m低速風洞の概要図（図版提供：JAXA）
送風機：直径3.5mの送風機で風を起こす
拡散胴：風路を拡げて風速を下げ、圧力を回復させる
集合胴：ハニカム格子と2枚の整流金網で風を整える
縮流胴：風を加速する
測定部：断面積2m×2m

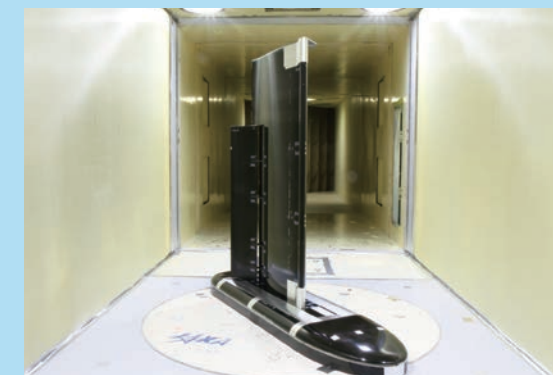


図2 無響測定部を使用した音源探査測定の様子（写真提供：JAXA）
左：マイクロホンアレイ 右：航空機の翼の模型（片翼を90度回転して設置）
左右はアラミド繊維の布で仕切られている

取材協力：宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
東京都調布市深大寺東町 7-44-1
<http://www.aero.jaxa.jp/>



安心・安全な飲み水を作るために ～ピコプランクトンカウンタへの期待

浄水処理における活躍が期待されるリオンのピコプランクトンカウンタ。

その展望について、長年プランクトンの研究に携わり、リオンの顧問でもある

一瀬諭氏（琵琶湖環境科学研究センター）にお話を伺った。

40年以上続く プランクトン調査

豊かな四季を持つ日本。何に季節を感じるかは人によってさまざまだろうが、一瀬諭氏の場合は、プランクトンだ。

「琵琶湖の植物プランクトンは約600種類、動物プランクトンは約300種類あります。これらが季節に応じて、入れ替わり立ち替わり観察できます。雪が降るとこれが増える、暑くなるとあれが増える、という具合です」

一瀬氏は、琵琶湖の水質をモニタリングする目的で、40年以上にわたって琵琶湖南湖から京都・大阪へと流出していく瀬田川の水中に含まれるプランクトンを調査し続けてきた。毎週月曜日の朝まだ暗いうちに水を採取し、職場に持ち込んで顕微鏡を覗き、種類や数を記録してインターネット上に一般公開する。長年の観察結果はプランクトンカレンダーとしてまとめられていて、月ごと、季節ごと、年ごとに優占的なプランクトンが一望できる(図1)。

見えないプランクトン

プランクトンは淡水中に当たり前のように生息しているが、異常発生すると、浄



一瀬諭氏
(琵琶湖環境科学研究センター)

水場のろ過装置を詰まらせたり、かび臭や生ぐさ臭の原因になる。そのため発生状況に応じて、浄水場では塩素や凝集沈殿剤、活性炭などの投入量を調整する必要がある。

「調査の中で一番難しいのは、生物顕微鏡では見えないピコプランクトンやバクテリアです。アオコ、ミジンコなどは生物顕

微鏡で見えるので、大量発生してもすぐに対応ができるのですが、見えないものはこれまで対応が難しかったのです」

典型的な例が、1989年に琵琶湖でアユが大量死したときだ。「琵琶湖北湖の水の透明度は通常7m以上あるのですが、そのときは水が黒くなって、2.5mくらいに下がりました。プランクトンが原因と思って生物顕微鏡で調べてみても、全然プランクトンは計数されない。それなのに、植物の自家蛍光物質であるクロロフィルa量が高いのです。初めは何が起きているのか全くわかりませんでした」

よくよく調べると、通常のプランクトンよりはるかに小さい、ピコ植物プランクトン(図2)が大量発生していたことがわかった。このピコプランクトンは大きさが0.2～2μmほどで、生物顕微鏡では見えず、蛍光顕微鏡や電子顕微鏡など、高価な機器が必要となる。

計測器も人も育てたい

一瀬氏は現在、リオンの顧問として、ピコプランクトンカウンタ(図3)の信頼性向上をサポートしている。ピコプランクトンカウンタは、特有の波長の紫外レーザを試料に照射し、生物細胞が持つ自家蛍光物質(クロロフィルa)が発する微弱な蛍光を検出することで、ピコ植物プランクトンの数と大きさを計数する。電子顕微鏡のような固定などの前処理が必要なく、短時間で計数可能であるため、迅速な対応につながるも期待されている。しかし、まだ課題も多い。

「これでピコ植物プランクトンを正しく計数できていると言うためには、もっとバックデータが必要です。そのために、培養したピコ植物プランクトンを測ってみて、数や大きさの精度を上げていかなければなりません。照射するレーザの波長も工夫

の余地がありますし、土壌由来の微粒子も併せて計測できるといいですね」

信頼できる計測器であるためには、会社や社員も信頼されなければならない。そのため一瀬氏は、リオン社内で植物プランクトンを同定・計数できる人間を育てる指導も担う。

「浄水場やダム湖で問題になるプランクトンをきちんと頭に入れていれば、お客様と話もできるし、困ったときに相談してもらえます。機械云々の前に、きちんと生物顕微鏡を覗ける人が必要です。私も地元で、『琵琶湖の生きたプランクトン観察会』を立ち上げ、学校の先生方を指導しています。夏休みには親子向けの観察会もやりますが、自由研究ができると大好評です。リオンのような企業でも、どうすれば皆さんに喜んでもらえるかを考えるのが一番大事です。社会貢献ですね」

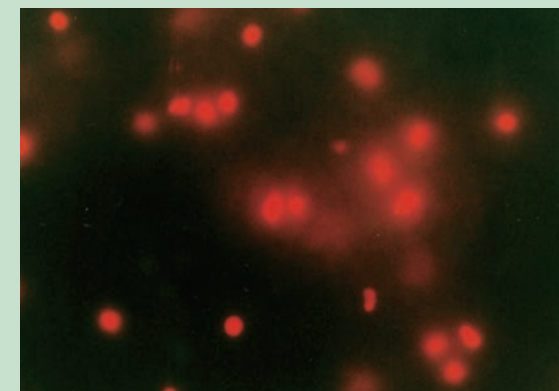
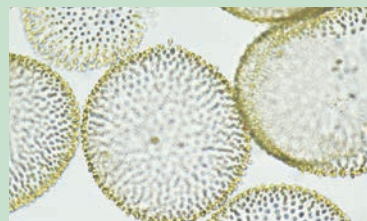
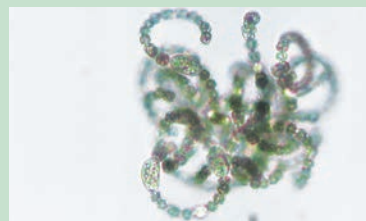


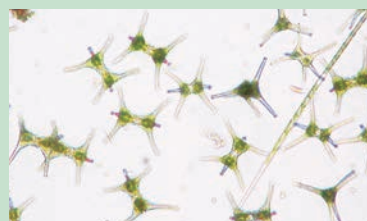
図2 1989年に琵琶湖で大量発生した
ピコ植物プランクトン、シネココッカス：
落射蛍光顕微鏡撮影(G励起：×1000倍)
各細胞の大きさは約0.8μm
撮影：一瀬諭



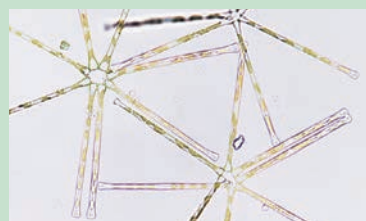
春 ウログレナ(約10μm)



夏 アナベナ(約7μm)



秋 スタウラストルム(約70μm)



冬 アステリオネラ(約80μm)

図1 琵琶湖の四季の代表的なプランクトン(各細胞の大きさ) 撮影：一瀬諭

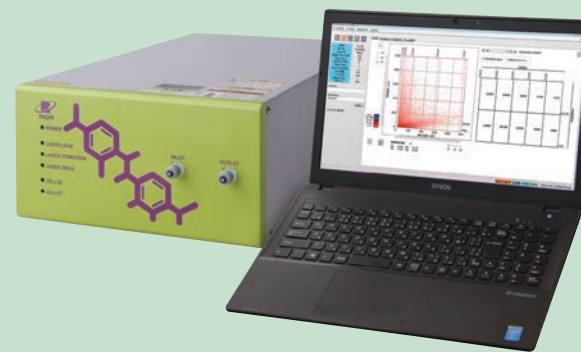


図3 ピコプランクトンカウンタ(据え置きタイプ)

03 技術紹介

リオン初のアーム型製造ロボット導入 ～ハンドを入れ替えながら計測器を組立て

2019年、計測器を組立てるリオン初のアーム型製造ロボットが稼働を開始した。
導入に関わった川村潤一、石井知之に話を聞いた。

3つのアーム、 19種類のハンド

VM-63Cは、主に回転機械を中心とした産業機械の保守管理、点検における振動計測に適した振動計だ。ポケットサイズで操作が簡便なため、初代 VM-63の発売以来、40年近くにわたって設備の保全を支え続けているロングランシリーズでもある。

実はこのVM-63C、現在はリオン本社工場内で、ロボットにより製造されている。いわゆるアーム型と呼ばれる産業用ロボットだ。生産性向上などを目的にした産業用ロボットの導入は、いまだきそう珍しいことではないが、一般のロボット化は、部品の実装や移動、半田付けなど、比較的単純な工程を繰り返すためのものである

ことが多い。一方、VM-63Cの製造ロボットは、いったん部品を所定の場所に設置すると、約4畳分のスペースの中で、組立てから入力値の確認までの工程を全自動で行う。ロボットの先端に取り付ける「ハンド」と呼ばれるアタッチメントは、「ケースを掴む」「基盤を吸着する」などの組立て用で8種類、「スイッチを切り替える」「ツマミを回す」などの調整用では11種類にもなる。工場は見学コースにもなっており、足を運んだ見学者は、3つのアームがハンドを入れ替えながら製品を組立てていく様子を、興味深そうに眺めていく※。

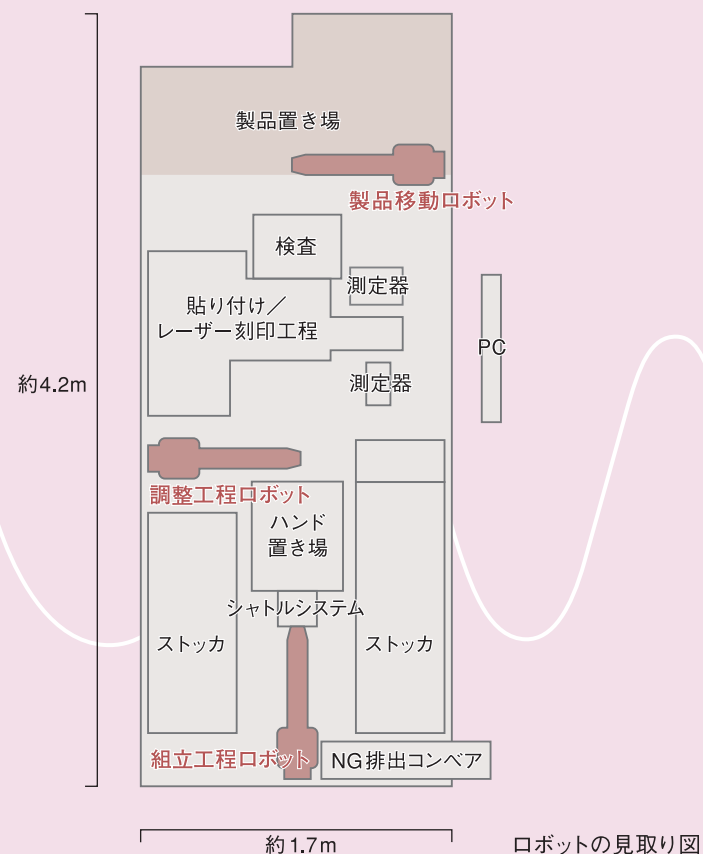
人とロボットでは、得意な作業が異なる。たとえば、ケースの向きを変えるという、人にとっては簡単な作業も、ロボットではケースを回転ユニットに移動して行うため、スペースといくつかの工程が必要に



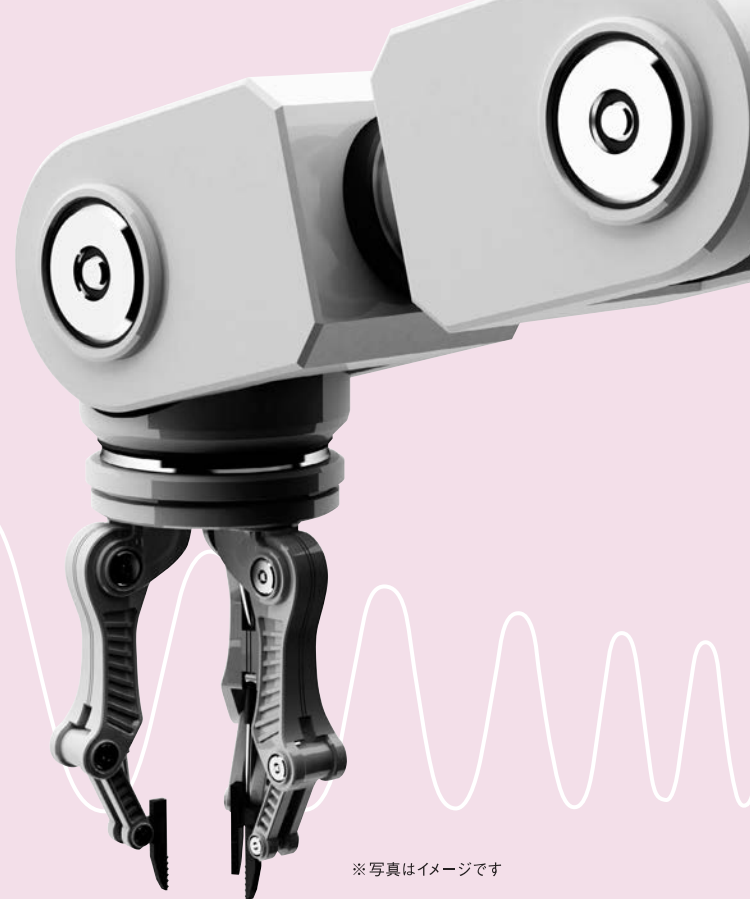
VM-63C

なる。一方、人がやると神経を使うラベル貼りは、ロボットではスピーディーかつ正確だ。「ラベルを吸着しながら台紙からはがし、一発で定位置に貼り付ける動作は軽妙で、見学者からも『おー』と声が上がります」(石井)

※ロボットが稼働していない場合もあります



ロボットの見取り図



※写真はイメージです

容易ではなかった ロボット開発

VM-63Cは、リオンの計測器の中では比較的部品点数も少なくシンプルだが、それでも人に代わって作業をするロボットの開発は容易ではなかった。一連のシステム開発を行った協力会社(SIerと呼ばれる)が、「ここまで複雑なロボットは作ったことがない」と驚いたほどだ。当初は「ケースを掴む」という動作すら簡単にはいかなかったが、少しずつ動作を確認して調整した。

人が行っていた作業をロボットに置き換えるため、時間をかけ、丁寧にSIerに伝えていく。根気のいる作業だったが、伝える過程で人間の感覚の巧妙さに気が付くこともあった。「上下のケースを向かい合わせてセットする際、定位置に置けないという問題が起きました。金型からケースを作るときの精度が±0.1mmなので、最大0.2mmで寸法

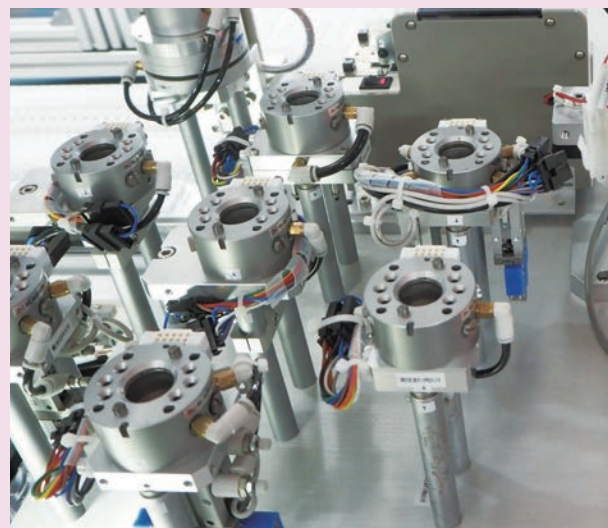
が変わります。人間なら手でうまく合わせて難なく作業を進められるのですが、ロボットは精密である分、このわずかな差を許容できなかったのです。人の手はすごいなと思いました」(川村)

川村から相談を受けた石井が、位置取りをするための枠を3Dプリンタで作成し、問題を解決した。

ロボット導入の効果と展望

実は、ロボットによるVM-63Cの製造は、人がやるよりも遅い。それでも「人と

並行作業ができるという効果が大きい」と石井は語る。ロボットの稼働中は、人がロボットの工程後にある校正や他の業務を並行作業することで、導入前に比べて総合的にリードタイムが短くなった。「このような製造の多くの工程を担うロボット導入は初めてだったので、多くの部署の知識や技術を集めました。運用開始までかなりの苦勞がありましたが、良い経験になりました。今後もロボットに置き換えられる作業があると思うので、定型的な作業は機械に任せ、人はもっと付加価値を創り出す、より高度なことに時間を使えればと思います」(石井)



左：VM-63Cを組み立てるロボット 右：入れ替え用のハンド



左から
石井知之
(計測器製造技術課)、
川村潤一
(品質保証課)

製品温故知新

時代が求めていた性能を逆転の発想で実現

Tr式微風速計



デジタル表示(AM-03)とアナログ表示(AM-02)の微風速計

微風速計は、トランジスタの「弱点」を利用する逆転の発想で生まれ、

リオン製品として一時代を築きました。

当初から微風速計の開発に関わったOBの網島俊行さん(1972年入社)に話を聞きました。

——リオンでの微風速計開発のきっかけは。

1970年代に、リオンで国産初の気中微粒子計の開発が始まりました。気中微粒子計の吸引空気量を一定に制御する必要から、電子式空気流量計を開発することになり、入社2年目の私が担当しました。

——それがなぜ微風速計になったのですか。

開発中に、これは微粒子計の部品としてではなく風速計という製品として開発したらどうか、という話が出たのです。強く勧めて下さったのが、芝浦工業大学の南野脩先生です。風洞などの校正設備を芝

浦工業大学からお借りする形で、開発が始まりました。

——微風とはどのくらいの風ですか。

人間が風と感じないような、0.05 m/s～0.5 m/s 程度の微小な風です。クリーンルームで、空気sの微小な流れを把握するという需要がありました。また、ビル管理



網島俊行さん

法の適用範囲が広がって、空調管理用の需要も出てきました。

——それまでは微風を測れる風速計はなかったのですか。

既存の「熱式風速計」は、1 m/s 以下の風速を測ることは原理的に難しかったのです。熱式風速計は熱電対などを加熱して、風によって奪われた熱を測ることで風速に換算していましたが、感度を出すために 200℃くらいまで加熱します。そうすると、センサ自身の熱で空気sの対流が起きてしまう。この方式の測定下限は 0.5 m/s 程度でした。

——開発はスムーズに行きましたか。

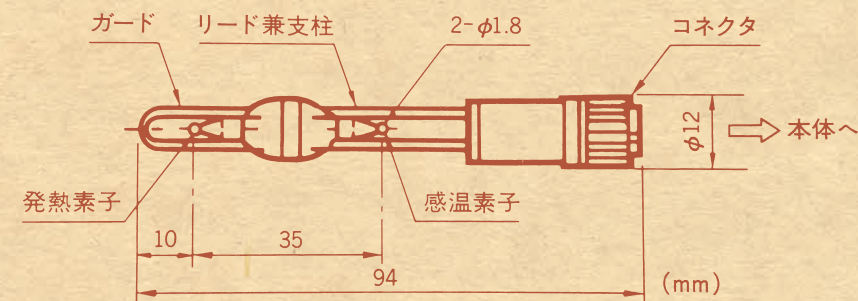
私自身、流体計測の専門ではなかったし、社内に相談できる人もいないので、試行錯誤しました。初めはセンサにダイオードを使ってみたのですが加熱法が難しく、うまくいきませんでした。

——ターニングポイントは。

技術雑誌をつらつら眺めていたら、「トランジスタのベース／エミッタ間温度特性を避けるにはどうしたらいいか」という記事が目につきました。つまりトランジスタの温度特性は、やっかいな面として捉えられていたのです。でも、それだけ温度特性があるなら、逆にセンサになるのではないかと思いました。

——まさに「逆転の発想」ですね。

それでトランジスタを使った回路をずっと考えていたのですが、それがあある晩、夢に出てきたのです。目が覚めて、朝食も取



微風速計のセンサ部

らずに家を飛び出して会社に行きました。

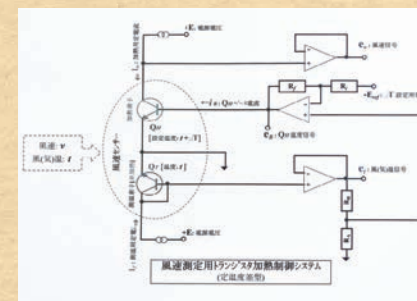
——なんと。その仕組みを教えてください。

トランジスタにはベース／エミッタ間電圧に温度特性があると共に、加えた電力に応じて発熱するという特性（コレクタ損失）があり、これらの特性は風速センサとしての適性を示唆しています。

そこで、ペア使いのトランジスタを、一方は加熱素子、他方は非加熱素子として両者の温度差を常時一定に制御すれば、加熱素子の消費電力は風が奪った熱量を示し、即ち風速信号となります。

——温度差を一定にするのがポイントですか。

そうです。いろいろ試して、加熱温度は空気温プラス 10℃にしました。従来の熱式のように高温にしなくてもいいので熱対流が起きにくく、微風速が測れます。消費電力も少なくて済みます。それで製品化す



微風速計の回路イメージ

る目処がついて、本格的に開発が始まりました。トランジスタを使うので「Tr 式」と呼びました。

——1979年に最初の微風速計AM-01が完成しました。

AM-01は東京都衛生局に納めました。が、一般販売は2年後にできたAM-02、AM-03からです。AM-03は、世界初のデジタル表示風速計でもありました。

——製品の評価はいかがでしたか。

「空調と冷凍」という業界誌に製品の記事を出したら、「こんな風速計を待っていた」と、会社まで来そうな勢いのハガキが届いたりしました。

——開発を通して思ったことは。

やれることをすべてやって、面白かった。回路や校正装置も含めて多数の特許を出し、日曜日も夜12時に帰るくらい忙しく働きました。それでもやる気があったので、充実していました。何事も視点を変えれば弱点も利点に変わり、為せば成るという教訓を実感しました。

微風速計は、1979年に1号機を東京都衛生局に納入した後、クリーンルーム、空調関係などの一般向けに販売され、様々なバリエーションを展開して好評を博した。時代の趨勢によりTr式の限界が見えてきたこともあり、2003年、惜しまれつつ販売を終了した。



品質の観点からお客様に伝える 品質保証部

弊社は、お客様に計測機器を提供しています。その中で、騒音計のように計量法の規制対象となる製品は、公的機関の検定を受けて、「検定証印」という、いわゆるお墨付きをもらわないと製品を取引・証明に使用することができません。検定証印を得るには、公的機関の検定の待ち時間が必要となって製品のリードタイムが伸びてしまい、お客様にご迷惑をかけてしまいます。

そこで、弊社では「指定製造事業者制度」の指定を受けて、公的機関の検定と同等であることを示す「基準適合証印」を付すことができるようにしています。これには、製品の検査だけでなく、製造管理や文書管理などの品質管理体制が必要になるため、弊社では品質マネジメントシステムを構築し、毎年東京都による立入検査を受けて適切な体制を維持しています。

また、お客様の希望として、計測機器の国家計量標準へのトレーサビリティ確保が求められています。このようなご希望に応えるため、弊社は JCSS (計量法校正事業者登録制度) による認定を受けています。JCSS は国際規格である ISO/IEC 17025 (試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項) を基準とした制度であり、弊社が発行する ILAC/MRAマーク付きの JCSS 校正証明書は、国際的に受け入れ可能となっています。

指定製造事業者も JCSS も、技術的な能力に加えて検査校正部門としての独立性が求められるため、品質に特化した部門である品質保証部が担当しています。品質保証部では、品質の観点からお客様のご依頼に対して分かりやすい形でお応えするよう努力しています。

高木康史 (品質保証部)



騒音計の完成品検査



加速度ピックアップの製品検査

リオンハムクラブでベトナム国記念局を開設します

国分寺市は東京オリンピックに関わるスポーツ振興事業の一環で、ベトナム国を対象とした「ホスト国」に登録されています。国分寺市に本社がある弊社はかねてからベトナム国に対する弊社事業を通じての交流があることから、これを機会にリオンハムクラブでは記念局を開設し、東京オリンピック・パラリンピック終了までの間、特別なコールサインを総務省に申請、取得して運用する運びとなりました。コールサインは 8J1RION (RION は Relationship In Olympic Nations の意)、交信した相手局には交信証明用に記念 QSL カードを進呈します。世界の皆さまからの交信お待ちしております！ 野島康生 (リオンハムクラブ部長)



ソリトン

子供の頃、近くの川で遊んでいて、静かな水面に石を落とすと、そこから波紋が綺麗に広がっていくのを見て、波が伝っていく姿が面白く感じたことがある。その後、大学生の頃だったと思うが、初めてソリトンという不思議な特徴を持つ波があることを知った。それは、孤立波の状態で形を維持したまま伝わることができ、高い波の方が速度も速く、仮にソリトン同士が衝突しても速度も形も変化しない波である。地球の反対側で発生した津波が日本にまで伝わってくることを聞いたことがあると思うが、それもソリトンの特徴を表している。

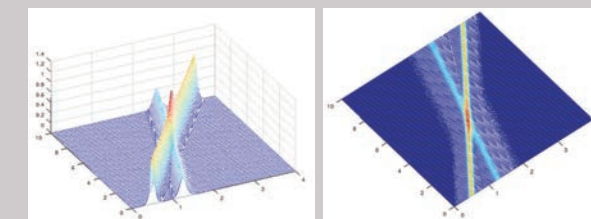
身近な例では、浅い湖沼の水面上でボートが停止した際にも舳先から孤立波が発生することがある。ソリトンは、水面波だけでなく、格子振動、プラズマ内の磁気流体波、プラズマ内のイオン音波、木

星の巨大赤斑、ポリアセチレン中のソリトン、非線形はしご型 LC 回路、光学現象など広い範囲で発生する。

歴史的には、1834 年に Scott-Russel が、水面波の孤立波について初めて報告してから、1895 年にオランダの Korteweg と de Vries によって示された KdV 方程式と呼ばれている理論式が示されていたが、1965 年になって KdV 方程式を解析した Zabusky と Kruskal によってソリトンという名称がつけられた。

ソリトンに関連する研究は盛んに行われているが、一般にはあまり馴染みがないと思う。しかし、光ソリトンを用いた伝送技術は高速で長距離を伝送可能とする通信技術として期待されている (数十 Gbit/s を 1000km 以上も通信できるそうだ)。

下村和広 (要素技術開発室)



2つのソリトンが衝突しても波形を維持して進行する様子 (進行方向は下から上)



リオン本社にて撮影 中野達也 (技術開発センター)

リオン本社構内には何本もの桜の巨木が残っており、3月下旬から4月初旬に掛けて見事な花を咲かせてくれる。この時期は、桜の木の下で桜の花を觀賞しながら食事をするグループが構内のあちこちに出没するので、とてもにぎやかである。(松)

当社の計測器を3回シリーズで解説します
マンガで
わかった!
計測器

騒音計

第3回

絵:タカギ ヒサコ

騒音の常時監視システム

音羽さん
常時監視システムで使う
騒音計は知ってる?

このハンディ
タイプとは違うん
ですか?

常時監視用の
騒音計は箱型の
こんなヤツでね

こくぶん けいいち
国分 計一
(ベテラン社員)

騒音計
NL-52

環境騒音観測装置
NA-39A

早田 大
(リオン入社3年目)

おとわ 静香
(新入社員)

人の生活上での苦情や
健康被害などにもつながる『騒音』には
さまざまな形で基準や規制があって

自治体の条例

東京都環境
確保条例
××県生活環境
保全条例

騒音規制法

第一号区域
騒音規制法において
85デシベルを
超えないこと

騒音に係る
環境基準

地域類型1
(住居用の地域)の基準値
57デシベル以下

などなど...

それらの計測には
ハンディタイプで対応
できる場合もあるけど

24時間
365日!?

環境騒音、
とくに航空機の騒音は
24時間365日監視できる
性能が求められる

だから航空機騒音観測システムの
騒音計にはハンディタイプにはない
様々な機能が搭載されているんだ

停電
対応
バック
アップ
電源

バック
アップ
メモリ

環境騒音観測装置
NA-39A

常設だから騒音計本体は
金属のキュービクルに収納
してあるんだ

キュービクル

屋外用マイクロホン

結露防止ヒーター内蔵
テスト音源内蔵で
日々の感度テストを
自動で実施

環境騒音観測装置

内部の換気装置を
標準装備
設置場所に応じて
ヒーター取り付けも可能

航空機騒音測定に
必要な機能を搭載

これなら外に
出しっぱなしでも
大丈夫ですね!

『騒音イベント記録』が
できるのも大きな特徴だね

何ですかそれ?

大きな騒音が発生したときの
音の大きさや継続時間などの記録さ

騒音イベント

騒音レベル

最大騒音レベル

10dB

発生時刻

騒音イベント区間
(継続時間)

【時間】

航空機騒音の評価は
この発生したイベントが
航空機によるものかどうかを
判断することがキモなんだ

鳥とか犬の鳴き声とか
車の音とかいろいろ
混じるからね

それって
人の耳で聞けば
すぐわかるけど
騒音計はどうやって
聞き分けるんです?

方法はいくつか
あって...

3軸マイクロホンで
音の到来方向を識別

Z軸

Y軸

X軸

3軸方向識別装置

4つのマイクロホンを
3軸に配置することで
音の到来方向ベクトルを求め

音の到来方向を
表示

管制レーダー地上局

航空機からの
電波信号をとらえる

騒音電波

航空機騒音観測システム

最終的には録音データを
人が聞いて判断する
こともできる

この装置を使って
飛行場周辺のデータをリアルタイムに
集計して騒音の発生状況を
瞬時に表示するシステムもあって

住民に騒音情報を公開
したりもできるんだよ

住民生活の質の向上のためには
便利なハンディタイプだけでなく

なるほど!!

航空機の騒音問題などにも
対応できる、日夜測り続けられる騒音計も
必要なんですね!

観測点
A

観測点
B

観測点
C

リアルタイム
収集

ネットワーク

現在の騒音

タッチパネル
ディスプレイ

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

溝口保憲さん 環境機器事業部

達成感が格別のスポーツ ——山登り



——山登りを始めたきっかけは。

学生時代、大学の研究室で雷の研究をしていました。入社して、冬山にこもって雷の電圧や電流を測ったことを話したら、山岳部に誘われました。初めは誘われて付いて行っただけでしたが、1人で計画して行くようになって面白く感じるようになりました。

——どんな山登りをするのですか。

入社した頃はアルパインクライミングと言って、国内の名だたる山の難関ルートに登ったりしていましたが、子供が生まれてからはやめました。今はジムでボルダリングを楽しんだり、ふらっとハイキングに行くのが中心です。

——一番の思い出は。

山岳部の先輩と槍ヶ岳の北鎌尾根に登ったことがあります。春、まだものすごい雪の時期で、有名な登山家達が遭難したルートとしても有名な所です。先輩に言われ、部屋の片付けと親への顔見せをしてから挑みました。途中で天気が悪くなり雷雲の中に入ってしまったんです。山小屋まで距離があったので、稜線に張ったテントで、天気の良い転をじっと待つしかありませんでした。雷がジジ

ジと音を立てながら充電し、溜まると近くにバーンと落ちるの聞きながら、こういう場所で登山家も亡くなるのかなと感じました。2日の行程に4日かかりましたが、槍ヶ岳山荘までたどり着くと、先輩と2人ちょっとした英雄扱いを受けました。「あの雷の中を来たんですか、写真撮らせてください」と。

——危険なこともありそうですが、魅力はなんですか。

達成感です。マラソンや山岳耐久レースの経験もありますが、事前のトレーニングから始まり、アルパインクライミングで何日もかけて登ると、距離や時間が長い分、頂上に着いた時には格別の達成感があります。危険な状況でも目の前の事だけに集中し、他の事は一切考えません。アドレナリンの分泌を感じます。頭の中の非日常な状況が達成感に変わるのだと思います。

◎聞き手より

行程は頂上で半分、帰りも大変そうですねと聞くと、下りの方が危険だけど意気揚々と下るから苦ではないとのことでした。(奥野素巧)



槍ヶ岳北鎌尾根にて



小川山にて



クライミング中

聞いてみたいな 流れ星の音



きれいな音の成分が分かります
リオンの騒音計
NL-52EX

【音響振動計測器関連】

◎日本音響学会2019年7月騒音・振動研究会(7/11 小野測器)

- カーペット床の水平振動に関する防振ゴムを利用した測定方法の検討／富田隆太^{*1}, 後藤佑太^{*1}, 足立大
- 音到来方向識別装置を用いた環境騒音の測定／佐藤成, 廻田恵司

◎日本音響学会2019年秋季研究発表会(9/4~6 立命館大学)

- 振動加速度変化による考察—水平振動に関する防振ゴムを利用した測定方法の実験的検討—／富田隆太^{*1}, 後藤佑太^{*1}, 足立大

◎日本音響学会2019年12月建築音響研究会(12/17 神奈川大学)

- 防振ゴムの振動伝達率とDIN 45669-2による方法の比較—鉛直振動の設置共振対策に関する実験的検討—／富田隆太^{*1}, 後藤佑太^{*1}, 足立大

◎日本音響学会2020年2月騒音・振動研究会(2/21 鉄道総合研究所)

- 多機能計測システムを用いた純音性可聴度のリアルタイム測定／菅原彬子^{*2}, 大久保滉平^{*2}, 米村美紀^{*2}, 李孝珍^{*3}, 坂本慎一^{*3}, 米元雄一, 大島俊也^{*4}

◎日本建築学会環境系論文集2020年3月第85巻 第769号

- カーペット上での水平振動に関する防振ゴムを利用した環境振動測定方法の検討／富田隆太^{*1}, 後藤佑太^{*1}, 足立大

◎日本音響学会2020年春季研究発表会(3/16~18 埼玉大学)

- 防振ゴムの水平方向における振動伝達率とDIN 45669-2による方法の比較—水平振動の設置共振対策に関する実験的検討—／富田隆太^{*1}, 後藤佑太^{*1}, 足立大
- マイクロホンアレイを用いた低周波音源の位置推定—MUSIC法と遅延和法の比較実験—／中山紬^{*5}, 土肥哲也^{*6}, 岩永景一郎^{*6}, 小林知尋^{*6}, 中島康貴, 青木創一朗
- 高高度を飛行する航空機からの騒音の伝搬—季節による伝搬性状の違い—／牧野康一^{*6}, 廻田恵司, 篠原健二

【微粒子計測器関連】

◎化学装置2019年10月第61巻 第10号

- 【特集】粉体測定機器ガイド2-8. 気中粒子カウンタ(光散乱法)／水上敬

◎Journal: IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing
Volume:32, Issue:4, Nov.2019

- 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, H.Tomita^{*7}, E.Shiobara^{*7}, H.Hayashi^{*7}, H.Kato^{*8}, A.Nakamura^{*8}, Y.Matsuura^{*8}



*1 日大, *2 東大院, *3 東大生研, *4 航空環境研究センター,
*5 学習院大, *6 小林理研, *7 Kioxia, *8 AIST

展示会・学会・セミナー

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2020年春季研究発表会(3/16~18, 埼玉大学)
- 音 日本騒音制御工学会2020年春季研究発表会(4/17, 豊洲シビックセンターホール)
- 音 人とするまのテクノロジー展2020横浜(5/20~22, パシフィコ横浜)
- 音 人とするまのテクノロジー展2020名古屋(7/8~10, ポートメッセなごや) ICSV27(7/12~16, プラハ・チェコ)
- 音 ブラントメンテナンスショー(7/29~31, インテックス大阪)
- 音 INTER-NOISE 2020(8/23~26, ソウル・韓国)
- 微 SEMICON China 2020(3/18~20, 上海・中国)
- 微 ULTRAPURE MICRO(UPM)2020(5/27~29, オースティン・米国)
- 微 SEMICON West 2020(7/21~23, サンフランシスコ・米国)

セミナー

当社では、音響・振動に関するセミナーを全国各地で開催しています。
ウェブサイト (<http://svmeas.rion.co.jp/event/all>) では開催日や会場、プログラムなど詳細が確認できます。

お知らせ

世界最大級のオンライン海外展示会
Alibaba.com に出展を始めました。



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。

◎プレゼント内容

QUOカード(1000円券)5名様

【応募方法】右下記載の本誌専用ページよりご応募ください。

【応募締切】2020年4月30日(木)

【応募に関する注意事項】発送先は日本国内のみに限らせていただきます。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

水資源が豊かな日本では、
水がきれいなのは当たり前のように思われますが、実は自然災害や水源汚染の影響をデリケートに受けやすいそう。安心安全な暮らしは、たくさんの人の仕事によって支えられていることを忘れないでいたいと思います。(小穴)



編集後記

日本には「二月の雪、三月の風、四月の雨が美しい五月をつくる」という素敵な天気俚語(てんきりげん)があります。風に乗って流れるスギ花粉も美しい五月をつくるだろうと、マスクして春を待ちわびています。(坂田かおり)

企業理念

リオンはすべての行動を通して 人へ 社会へ 世界へ 貢献する

クオリティーオブライフ(生活の質の向上) バリアフリー(障壁のない社会) エコ・マネジメント(環境管理)

本誌は弊社トップページの
バナーからご覧いただけます
<https://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／2020年4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。

SH-00110 この印刷物は環境に配慮したUVインキと用紙を使用しています

リオン株式会社

〒185-8533 東京都国分寺市東元町3-20-41 <https://www.rion.co.jp/>

本誌へのお問い合わせ

環境機器事業部 企画推進課 TEL (042)359-7860 FAX (042)359-7458
shakehands@rion.co.jp