

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.2
2016/9

特集

飛ばす

INNER VIEW

科学ジャーナリスト
一般財団法人 日本宇宙フォーラム 主任研究員

寺門和夫

原点回帰 ～もう一度宇宙に「夢」を

国際宇宙ステーション内の環境を測る
静かな超音速旅客機の実現を目指して
～低ソニックブームへの挑戦
航空機騒音の自動監視

製品温故知新 騒音計NA-20シリーズ
オフィスからこんにちは リオンサービスセンター
教えて! そうじゅん先生 計測器のMRAとは何ですか?
サイエンスコラム 花火の高さと歓声の関係?
日本の風景 打ち上げ花火
社員はV! アマチュア無線



寺門和夫

Kazuo Terakado

1947年生まれ。早稲田大学理工学部電気通信学科卒業。株式会社教育社で科学雑誌『Newton』副編集長、ビジネス誌『コモンセンス』編集主幹、『バイオテクノロジー日本語版』編集長、出版事業部長などを歴任。現在は一般財団法人日本宇宙フォーラム主任研究員、科学ジャーナリスト。宇宙航空研究開発機構機関誌『JAXA's』編集委員などをつとめる。主な取材分野は、宇宙開発、天文、惑星科学、分子生物学、ゲノム科学、先端医学、地球環境問題、エネルギー問題、テクノロジー全般。日本および海外の科学者や研究機関に幅広いネットワークをもつ。主な著書に『ファイナル・フロンティア』、『まるわかり太陽系ガイドブック』、『[銀河鉄道の夜] フィールド・ノート』、『宇宙から見た雨』など。

寺門和夫

科学ジャーナリスト

一般財団法人 日本宇宙フォーラム 主任研究員

原点回帰 ～もう一度宇宙に「夢」を

文／岡崎道成 写真／吉竹めぐみ

ソ連が世界で初めて人工衛星スプートニク1号を打ち上げたのは1957年10月4日。

それを伝える新聞記事を読んで、宇宙への目を開かれた少年が国分寺にいた。

少年はその後、科学ジャーナリストとなり、宇宙や科学の魅力を人々に伝える伝道者となった。

その寺門氏が昨年、日本初のロケット発射実験場所の特定調査を行った。

日本の宇宙開発の原点から見えてきたものは、何だったのか。

平和目的に徹したロケット開発

2015年2月の寒空の下、東京都国分寺市にある早稲田実業学校のテニスコートで、寺門は地中レーダーを使った調査を行っていた。日本で初めてロケット発射実験が行われた場所の特定調査である。街の中でロケット?と思われるだろうが、長さはわずか23cm。ペンシルロケットと呼ばれるその小さなロケットの発射実験は、横向き、すなわち水平発射で行われた。

1955年から行われた一連のロケット開発を主導したのは、日本の宇宙開発・ロケット開発の父と言われる東京大学の糸川英夫博士だ。「はやぶさ」は世界初の小惑星サンプルリターンを成し遂げたが、それを機に名付けられた小惑星「イトカワ」は、博士の名に由来する。

「当時は、上に打ち上げても追跡できる観測装置がなかった。ならば水平に飛ばそうと糸川先生は考えたのです。昨年、発射60周年のイベントを国分寺市が実施することになり、それを手伝ったときに、あのペンシルロケットの実験場はいったい今はどうなっているのか、ちゃんと調査しようということになりました。60年前は、

これが宇宙に行くとは糸川先生以外誰も想像していなかったでしょう。」

寺門は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)に保管されている実験当時の写真を、国土地理院の詳細な地図、それに第二次大戦後にアメリカ進駐軍が撮影した航空写真と突き合わせ、実験場の位置を特定した。そして最終的に、地中レーダー探査によって、テニスコートの直下にあるコンクリートの遺物を探り当てた。そこはかつての軍需工場の跡地で、陸軍の銃の試射が行われていた場所だった。

「糸川先生がこの軍需工場の跡地で実験を始めたということには、非常に象徴的な意味があります。一つは、日本が焼け跡から復興していく中、宇宙開発が軍事用ではなく純粋に平和目的で行われたということ。日本のロケット開発には、一度も軍事技術との交流はありませんでした。もう一つは、ペンシルロケットという長さ23cmの非常に小さなロケットが、現在の何十m、何十トンという非常に大きなロケットに至る最初の原点だということ。その意義は、日本の宇宙開発が進めば進むほどより重要になってきます。将来的には、この場所をきちんと保存してほしいと思っています。」

スプートニクに魅せられて

寺門は4歳から11歳までの7年間を国分寺で過ごした。多感な少年時代に、宇宙に興味をもつきっかけとなる出来事があった。「1957年にソ連のスプートニク1号が打ち上がったニュースを聞いて、人工衛星ってすごいな、と興味を持ちました。それまでも科学雑誌や本で、未来の宇宙開発の絵やロケットを見たりしていましたが、それが本当に打ち上がったのを知って、びっくりしたのです。これから宇宙の時代が来るのかな、という期待感が私の原点です。国分寺に住んでいたのは長い期間ではないけれど、世界的に見てもそのときが宇宙時代の始まりだった。今、宇宙が自分のメインの分野になっているのも、原点は国分寺にあるといえます。」

早稲田大学理工学部でエレクトロニクスを学んだ寺門は、卒業後の進路にジャーナリストを選び、現在も続く科学雑誌『Newton』の創刊に関わった。

「世界中を取材して回りたいという思いがあって編集者の道を選びましたが、その中に身を置いてみると、科学の世界の動きは想像以上に激しかった。宇宙に限らず、

科学はこれからより重要に、また身近になる。その動きを正確に伝えていくのが大事だと思いました。一方、科学には良い面も悪い面もあって、それをきちんと伝えていかねばいけません。それで雑誌の編集に加えて、自分でも科学ジャーナリストとして情報発信していくことにしたのです。」

その後、旧ソ連の宇宙基地を日本の科学ジャーナリストとして初めて訪れたり、DNAの二重らせん構造を発見したジェームス・ワトソンにインタビューするなど、数々の実績を重ねてきた寺門だが、科学ジャーナリストとしていま一番伝えたいことは何なのか。

「『夢』ですね。今の日本人は、あまり宇宙に夢を持たなくなっています。私が子供の頃は何も実現していなかったから、すべてが夢だった。でもスペースシャトルも、計画して、実際に飛んで、引退するところまで行った。最初に絵で見たことがどんどん実現していくのです。今の日本は成熟し

てきているので、なかなか素朴な夢が出てこない。もう一度、月や火星に行くとか、スペースコロニーを作るということを、子供たちが夢をもって語れるような環境を作ってあげたいと思っています。」

科学と技術は融合しつつある

科学と技術の両分野に広い活動領域を持つ寺門だが、最先端の科学と技術は融合しつつあるという。

「科学は真理の解明です。不思議な病気の病原体、DNAの役割、恐竜はなぜ絶滅したか、などを調べるのは面白い。一方、技術は問題を解決するための手段として大事なことで、科学とはまた違った役割があります。しかし今では、最先端の科学と最先端の技術は結びついています。DNAの塩基配列の1個を書き換えられるような今の最先端のゲノム技術は、

その遺伝子が何なのかという科学の最先端の研究成果と密接な関係にあります。人工知能も同様で、コンピュータ技術の発展と、脳科学、認知科学、脳神経細胞の最先端の話と結びついています。」

今では、国際宇宙ステーション(ISS)の軌道までは比較的容易に行けるようになった。宇宙の科学探査も、既に無人で機械が行う時代になっている。これから先の宇宙開発はどのように進むのだろうか。

「機械のできることと人間がすべきことの両方があります。これからの宇宙開発をどのように進めていくか、今、人類は改めて検討すべきときに来ているのではないのでしょうか。人類がフロンティアを拡大するという意味では、一つには月に行く、もう一つは火星に行く、ということが考えられます。そのときに、月や火星を科学的に調べるのは、ロボットでもある程度できるし、人工衛星を作ってリモートセンシングで観測もできる。実際、火星には米国の探査機『キュリオシティ』が行って、地質学者の代わりに調べています。こうして科学探査は無人でもできます。でもやはり将来、人間が地球上の問題を解決するために月や火星、他の天体を利用することを考えると、最終的には人間が行って、そこで活動する環境を作る技術を持つことが大事になります。科学と同時に、人間が宇宙で長期間生活する技術を習得することが大事なのです。」

出張で宇宙へ行く時代 ～技術者の役割

近年、宇宙開発に民間企業や個人が参入する事例が増えてきた。莫大なコスト



のかかる宇宙開発は NASA や JAXA と
いった国家機関が担い、そこで確立した
技術を民間が活用する「宇宙産業」時代
がやってくる。宇宙に直接関係なくても、
工業力や、製品の信頼性、製造システム
の高度化、品質を高めることが、宇宙開発
の技術を上げることになると寺門はいう。

「これまでではセンサ、バルブなど、ロケット
や人工衛星に使う技術はほぼ決まってい
ました。でもあと10年、20年経てば、
民間人でも出張や単身赴任に行くように
宇宙ステーションに行く時代になって、地
上の生活と同じものが何でも必要になっ
てきます。そうなると一品一品、宇宙用に作っ
ているわけにはいかないので、民生品を
使うことになる。すると、皆さんが作っ
ているものがどこかで役に立つ。これまで
宇宙は探検のレベルだったので、私物な
どは限られたものしか持って行けませ
んでしたが、これからは日常生活を持っ
て行くことになる。日本の工業製品は品質が高
いので、民生品でも十分宇宙で通用し
ます。品質が高くて故障しないとなれば、
どんどん宇宙で使われるようになるでし
ょう。だから、日本製品の宇宙での市場
というのはたくさんありますよ。」

宇宙に行くとしたらどこに行きたいかと
尋ねると、「火星」。地形的にも山あり谷
ありで面白く、もしかしたら生命もいるか



ペンシルロケット水平発射実験
(JAXA 提供)




ペンシルロケット発射実験場復元ジオラマ
(国分寺市 制作・写真提供)



「はやぶさ」を載せた M-V5 号機の打ち上げ (JAXA 提供)

も知れないので楽しそう、というのがその
理由だ。寺門の好奇心が広範囲にわたっ
ているのは、自身のブログ“Ganymede’s
Garden”^[1] を覗くとよく分かる。そんな寺
門がいま一番興味を持っていることは何
なのか。

「地球外生命がいるかどうか。これは
現在の天文学の大きな課題です。軌道
上にあるケプラー望遠鏡を使って、地球
と同じような性質をもつ惑星の観測が進
んでいます。地上でも、現在の『すばる』
の次に計画されている TMT^[2] になると、

それらの惑星の大気を調べて、酸素や二
酸化炭素など、生命の間接的な現象を
調べることができるようになるでしょう。
また SETI^[3] という、電波を使って地球
外生命からのメッセージを受信しようとい
うプロジェクトも1960年代から行われてい
ます。人間という文明にとって一番大きな
テーマは、生命というのはこの広い宇宙
に他にいないのか、我々は宇宙にひとり
ぼっちなのかということです。昔はSFの
世界だったものが、今は研究者がまとも
に取り組める時代になってきています。そ
れは技術が進歩したことが大きい。宇宙
が、皆さんのモノづくりに夢をもたらし
てくれるといいと思っています。」

[1] “Ganymede’s Garden” <http://blog.scienceweb.jp/>
[2] TMT (Thirty Meter Telescope) 30 m の口径を持つ次世代超大型望遠鏡。日、米、カナダ、中国、インドの協力によりハワイ島マウナケア山頂への建設が計画されている。

[3] SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) 地球外知的生命探査プロジェクト

特集

飛ばす

歴史上初めて紙ヒョーキを飛ばしたのが誰なのか、それはわからない。
その人は果たして今日のような、人が自由に空を飛べる日を想像しただろうか。
より遠く、より速く、そしてより高く。
知恵は何世代にもわたって蓄積され、驚くべき技術の進歩を生んだ。
その原動力は空への憧れであり、冒険心であり、夢であったろう。
人を魅了し続ける「飛ばす」技術。その一端を垣間見ることにしよう。

事例紹介

国際宇宙ステーション内の環境を測る

人が生活しているあらゆる場所には、微生物も住んでいる。宇宙空間に打ち上げられた国際宇宙ステーション (ISS) 内も例外ではない。この微生物が、ISSの機器の状態や宇宙飛行士の健康にも影響を与えることが懸念されている。ISS内の微生物の様子を長期間にわたって調査するプロジェクトが、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) によって2009年から行われた。この「国際宇宙ステーション内における微生物動態に関する研究」Microbe-I~III プロジェクトについて、代表研究者の榎村浩一教授 (帝京大学医真菌研究センター) にお話を伺った。

宇宙とカビ

国際宇宙ステーション (ISS) は、アメリカ、日本、カナダ、EU各国、ロシアの計15ヶ国が参加している有人宇宙施設である。各国が打ち上げた構成パーツが連結され、現在では太陽電池パドルを含めて全体でサッカー場ほどの大きさがある。ISSの居住空間や実験モジュールでは、

日本人を含む宇宙飛行士たちが滞在し、実験活動を行っているが、この滞在や施設の運用が長期にわたることで、宇宙飛行士の健康管理が重要な課題となっている。宇宙飛行士の疾病については、米国のフライト・サーजन (宇宙飛行士の健康管理をする医師) である Barratt らが編纂したレポート [1] に、宇宙酔い、外傷、鼻炎、感染等の症例が記載されている。感染の

中には真菌感染も含まれる。真菌とは、カビやキノコ、酵母の仲間だ。カビは宇宙飛行士の健康に影響を与える他、ステーション内の機器や装置に障害を発生させると考えられている。

榎村教授はISSでの微生物を調べることの意義についてこう語っている。

「真菌による健康障害としては感染症 (ミズムシやカンジダ症、アスペルギルス症



横村浩一教授（生命の分子系統図の前で）
医学博士、COH労働衛生コンサルタント
帝京大学医真菌研究センター、医療共通教育研究センター



軌道上の国際宇宙ステーション。丸印部分が日本の実験棟「きぼう」（JAXA/NASA 提供）

など)が有名だが、それ以外の問題として、気道に付着・定着した菌によって生じる、喘息や慢性咳嗽(しつこい咳)等のアレルギーがある。そこでISS内においても空気中に漂っている真菌を見つける必要があった。」

では、ISSと地上の環境はどのように違うのか。

「ISSが地上と大きく異なるのは、微小重力、閉鎖環境、宇宙放射線の存在。このような環境下では、どんな種類の微生物がどのように存在、繁殖するのか。『きぼう』日本実験棟内の微生物の動態を調べることで、微生物の宇宙生活環境への適応を明らかにし、宇宙飛行士の健康管理や機器の保全に役立てることができる。」

「きぼう」は打ち上げ前にサンプリングしており、微生物環境的には非常にクリーンな状態で打ち上げられた。そのため、宇宙飛行士の活動によって微生物がどのように増殖するのかを観察するのに適している。「きぼう」の中の微生物を継続的に調査する Microbe プロジェクトは、横村教授と那須正夫教授(大阪大学大学院薬学研究科)を中心に、2009年 Microbe-I が実施された。以来3回のサンプリング調査が行われた後、現在は継

続的なモニタリング段階である Microbe -IV プロジェクト「宇宙居住の安全・安心を保証する『きぼう』船内における微生物モニタリング」が行われている(表1)。

「きぼう」はきれいだった

「ISSの中は微小重力なので、地上では下に落ちてしまう真菌も空气中を舞っている。そのため人が吸入するリスクが高まる。このように、宇宙と地上では人と真菌の関わり方が変わってくる。地上では害のない真菌が、宇宙では例のない症状を生じさせる可能性がある。」

と横村教授は語る。

「Microbe プロジェクトでは、『きぼう』打ち上げ前後で微生物をサンプリングした。Microbe-Iでは、機器表面に付着、定着、または増殖している菌を評価するために、滅菌スワブ(綿棒)を使ってサンプルを採取した。その結果、乗員の皮膚由来と考えられる真菌のDNAが取れた。またMicrobe-IIでは、様々な機器についているカビをその場で培養して観察してもらい、地上に持ち帰ってから培養した。地上で普通に見られるペニシリウム(アオカビ)、アスペルギルス(コウジカビ)などのカビが見られたが、これらは小さな胞子を

表1 Microbeプロジェクトの概要(「きぼう」打ち上げ・運用開始は2008年3月)

プロジェクト	期間	目的	結果
Microbe-I	2009年8~9月	「きぼう」内の真菌・細菌のサンプリング法の開発と解析	機器の壁などの表面サンプリングによって以下の結果を得た。 ・顕微鏡的観察によって、繊維くずからなるホコリは認められたが、微生物を含む生物組織は見出されなかった。 ・培養によって、微生物の発育は得られなかった。 ・分子生物学的解析によって、乗員の皮膚由来と考えられる真菌DNAが検出された。
Microbe-II	2011年2~3月	Microbe-I以降の「きぼう」内環境の微生物のモニタリング	Microbe-Iとほぼ同等の表面サンプリング検体から「きぼう」内にて真菌の培養が得られた。
Microbe-III	2012年9~10月	同上	Microbe-IIのサンプリングに加えて、空気と加湿器水の解析を行った。 ・表面から培養される真菌は種も数も増加しつつあることが示された。 ・空気中から真菌を得ることはできなかった。
Microbe-IV	2015年2月~	宇宙居住の安全・安心を保証する「きぼう」船内における微生物モニタリング	継続観測中

大量に飛ばすため、アレルゲンになる可能性がある。また感染症を起こしたり、マイコトキシン(カビ毒)を作ったりする可能性もある。これらに加えて Microb-III ではエアサンプラを用いて空気サンプルから菌の検出を試みたが、何も生えなかったし、DNAも検出されなかった。バイオクリーンルームに近い、かなりきれいな状態だと言える。」

宇宙を知ることとは

楨村教授はこの結果はある程度予想していたと語る。

「空気の対流が起こらない微小重力空間では、自分が口から出した二酸化炭素で窒息しないように、空気を強制循環させている。この空気はHEPA フィルタを通してあるので、空気環境はきれいだろうということは予測できた。また、地上と違って、宇宙では黒カビが少なく、ペニシリウムやアスペルギルスといったカビが多い。つまり宇宙特有の菌叢(きんそう: 菌の集まり)が形成されている。10万種と言われる菌種のうち有人宇宙環境で見つかっているのは300種程度と、圧倒的に

偏っている。宇宙環境において人間にとって未知の真菌動態が生じつつある。」

将来、月面基地を作って人が居住し、火星に有人飛行する時代がくるだろう。行って帰るだけでも数年かかるという特殊環境の中で、健康管理も自力でしなければならない。そのための基礎データを今から積み上げておく必要がある。しかしこの研究の目的は、そうした宇宙生活のためだけではないと楨村教授は語る。

「地上でも、シックビルディングや住宅内の結露によるカビの増殖など、カビが人の健康に与える影響が現実にある。環境を正しく評価して、問題点を対策できる仕組みが必要。そのためには、環境中の微粒子数の基準を持ち、管理する必要がある。通常、微生物による汚染度や種類の同定は、培養によってできるCFU(コロニーの集落数)を調べるが、汚染度がパーティクルカウンタの値と相関があるなら、培養しなくても簡易的に汚染度がわかる。培養は手間や時間がかかるだけでなく、有害な微生物を増やすリスクがある。」

宇宙を知ること、我々人間の住む地球を知ること。宇宙科学研究の重要な

目的の一つである。

パーティクルカウンタ

本プロジェクト向けにリオンおよび千代田アドバンスト・ソリューションズ株式会社(現・千代田化工建設株式会社)が宇宙用に改造したハンドヘルド気中パーティクルカウンタKR-12A^[2]が、Microbe-III以降、「きぼう」内で使用されている。主な改造点は以下の通りである。

- ・真菌孢子や孢子を含む塵埃をカウントできるようにするため、測定粒径区分10 μ mを追加した
- ・電源をACから乾電池とした
- ・難燃性ケーブルを使用した
- ・電磁波対策として液晶パネルをメッシュで覆った
- ・浮遊防止用に面ファスナーを貼付した
- ・宇宙飛行士による操作負荷を軽減するため、設定の初期値変更などのソフト改修を行った

表2に仕様(改造後)、図1にパーティクルカウンタの概観を示す。

取材：岡本伸久 開発部

表2 パーティクルカウンタの仕様(抜粋)

項目	仕様
光学系	側方散乱方式
光源	半導体レーザー(クラス1)
受光素子	フォトダイオード
定格流量	2.83 L/min
測定粒径区分	6区分: 0.5 μ m以上、1.0 μ m以上、2.0 μ m以上、3.0 μ m以上、5.0 μ m以上、10.0 μ m以上
最大定格粒子個数濃度	70,000個/L
サンプル排気	フィルタ(0.1 μ m)
外部データ記録	USBケーブルでPCに接続し、CSV形式で保存。
温湿度センサ可測範囲	10~40℃、20~90%(目安)
動作条件	10~40℃、20~90%
電源	単一アルカリ乾電池(4本)で連続24時間以上
寸法	横115 mm、奥行き104 mm、高さ334 mm(本体寸法)
総重量	2.01 kg(ケーブル、乾電池含む)



図1 (JAXA 提供)
改造したパーティクルカウンタ。下部の箱は改造で取りつけた乾電池ボックス。

[1] “Principles of Clinical Medicine for Space Flight” Barratt, Pool NASA/Johnson Space Center

[2] 現在は、本製品の後継機種であるハンドヘルド気中パーティクルカウンタKC-51/52を販売している(p.19または下記Webサイト参照)
http://www.rion.co.jp/product/particle/airborne/handheld_battery/

02

共同研究

静かな超音速旅客機の実現を目指して ～低ソニックブームへの挑戦

次世代の超音速旅客機の実現に向けた重要課題の一つとして、ソニックブームと呼ばれる騒音の低減がある。ソニックブームの低減方法の一つに機体形状の工夫によるものがあるが、その効果を確認するため、音の計測技術も併せて検討されている。宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、2015年7月にスウェーデンで実施した低ソニックブーム設計概念実証第2フェーズ試験((D-SEND#2)において、世界で初めて全体を低ソニックブーム設計した機体による超音速飛行に成功した。リオンは、このソニックブームの計測技術向上を目的としてJAXAと共同研究を行った。

【超音速旅客機】

音速を超える速度で飛行する旅客機。音速は15℃で約340 m/s、時速では約1225 km/hとなり、この速さがマッハ1である。一般的に知られている超音速旅客機コンコルドは、マッハ2で飛行していたが、運航コスト、ソニックブームなどの問題から2003年に退役している。

【ソニックブーム】

超音速飛行時に機体周囲の空気が急激に圧縮されて各部から発生する衝撃波に起因する騒音。機体各部で発生した衝撃波が伝搬過程で先端と後端の衝撃波に統合され、落雷のような大きな音をもたらす。

共同研究の意義

ソニックブームの計測方法、評価指標は、現時点(2016年6月現在)では決められたものがなく、航空機に関する国際基準を策定する機関(ICAO)で国際的な議論がなされている。こうした中、JAXAでも従来からソニックブームの計測を行ってきたが、単一の計測システムのみでは計測値を評価することはできない。そのため今回の共同研究では、同じ条件のもとで異なる計測システムにより計測された結果を比較することで、その妥当性を検証しようと試みた。

D-SENDプロジェクトの飛行試験

D-SENDプロジェクトの目的は、JAXA固有の低ソニックブーム化技術で設計した試験機を飛行させ、その設計技術を実証すること、およびソニックブーム計測手法の獲得である。試験機は全長7.9 m、主翼幅3.5 m、重量1000 kgのエンジン無し無人機であり、方向舵と水平尾翼が飛行制御に用いられる。

図1に機体の形状と低ソニックブーム波形の関係を示す。機首、主翼、尾翼部で低ブーム設計がなされている。これ

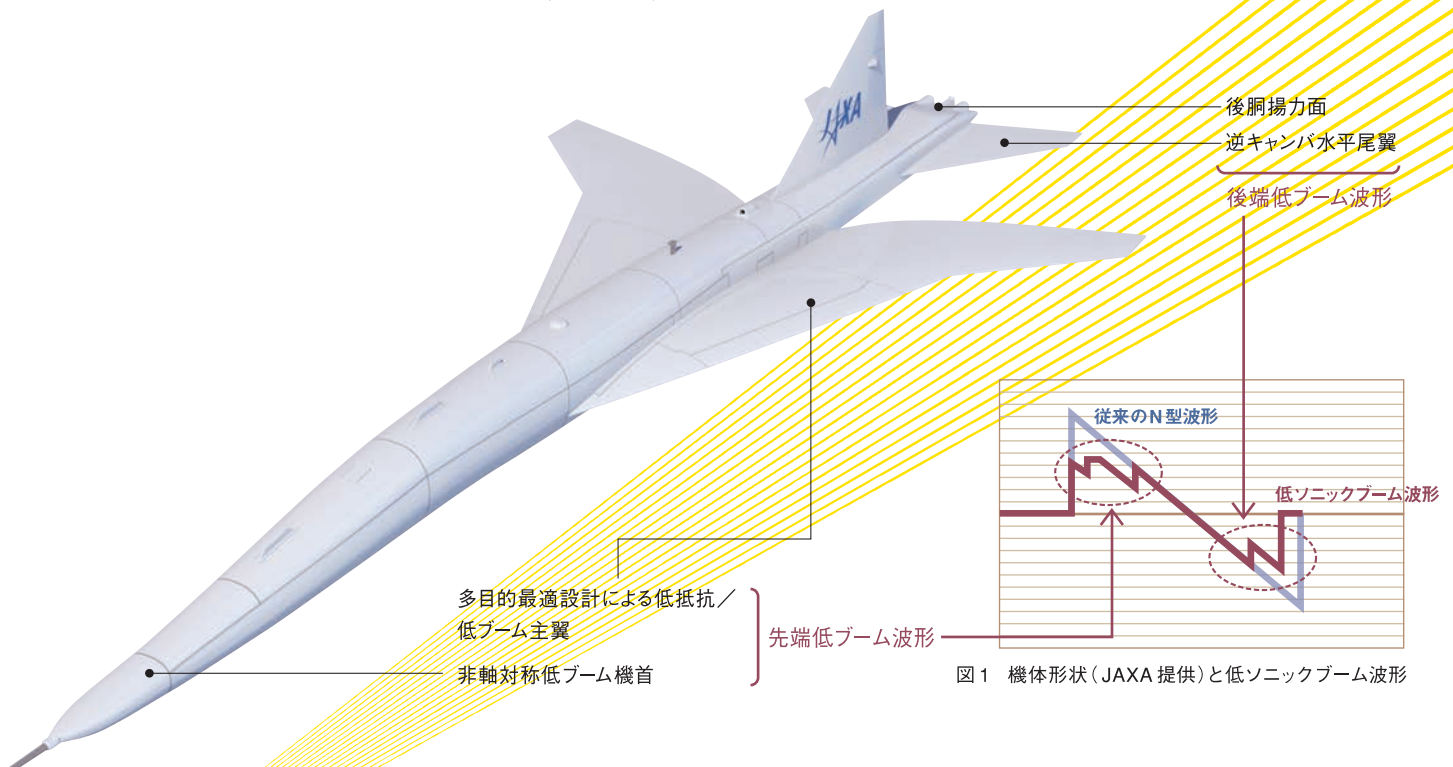


図1 機体形状(JAXA提供)と低ソニックブーム波形



D-SEND #2 実機 (JAXA 提供)

により機体の先端および後端の衝撃波が統合することを遅らせ、ピーク部分の音圧を低減する。

試験は、南北約100 km、東西約70 kmの広大な試験エリアを持つ、スウェーデン北部のエスレンジ実験場で実施された。試験機は図2のように気球に吊り下げられ、高度約30 kmまで上昇し、気球と分離して落下する。分離後は、計測地点に向かって自律飛行し、ブーム計測システムの上空で低ソニックブームを発生さ

せる。係留気球から伸びる係留索にマイクロホンと計測器が4つの高度で、また地上にも配置される。これらは、試験エリア内の3地点に設置され、試験機の分離点によって最適な地点が一つ選択される。

JAXAとリオンの計測器の比較

試験では、JAXAが構築した既存のシステムと、リオンの計測器を使用した新システムを二つ、計三つのシステムを比較検討した。図3にマイクロホンの設置状態を示す。地表面に1 m 四方の金属板を敷き、その上にマイクロホンを110 mmの距離をおいて寝かせて配置した。さらに風雑音を防ぐためにφ90 mmの半球状のウィンドスクリーンを被せた。マイクロホン(プリアンプ)からケーブルを延長し、計

測器は測定施設の中に置いた。

新システム①(多機能計測システム SA-A1)で計測された波形に注目し、結果を報告する。新システム①では SA-A1の二つのチャンネルを使用して、JAXAのマイクロホン(Ch.1)とリオンのマイクロホン UC-59L(Ch.2)で波形を計測した。そのため、この二つのマイクロホン間で比較するうえでは、計測器本体の特性を無視してマイクロホンの特性差のみを検討することができる。

図4に新システム①(SA-A1)で計測された二つのマイクロホンによるソニックブーム波形を示す。二つの波形はほぼ一致した結果が得られた。これは、同じ金属板上に設置した既存システムで計測した波形ともほぼ一致した。今回の計測は低ソニックブーム設計概念実証試験のため、N型の波形に比べ立ち上がりが緩や

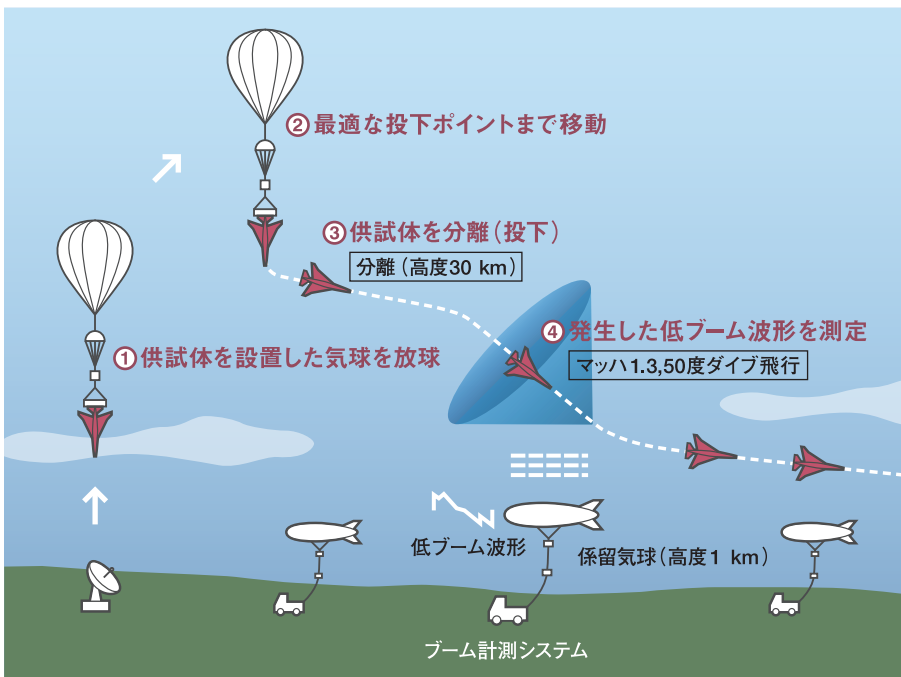


図2 飛行試験のイメージ
(係留索にはリオンの4チャンネルデータレコーダDA-21を搭載)



放球の様子 (JAXA 提供)



投下の様子 (SSC 提供)

かで、ピークが抑えられた低ブーム波形である。図4の破線丸印部を拡大したものを図5に示すが、ピーク部において僅かな差異が見られた。図5の波形をFFT分析した結果を図6に示す。20 Hz~30 Hzに主成分を持つことがわかる。

今回の計測では、JAXAの既存システムとリオンの計測システムで計測した波形に顕著な差異はなく、ほぼ一致していた。これは、二つのマイクロホンの仕様が、これまで JAXA が検討してきたソニックブーム計測における仕様を満たしていたこと、また今回計測されたソニックブームがマイクロホンの特性にほとんど差がない帯域に主成分を持っていたためと考えられる。一方で、波形のピーク部には僅かに振幅差があるが、これはシステムの特性差の他、計測環境による違い(設置における110 mmの差)も考えられる。

今回の計測により、リオンは国産の計測システムにてソニックブームの計測に成功し、日本の計測技術向上に寄与することができた。この成果は、JAXAの飛行試験の成果と共にICAOでの基準検討への貢献が期待される。

現地滞在を終えて(馬屋原談)

この試験で、計測担当の一人としてスウェーデンに約2ヶ月間滞在した。現地は北極圏に位置し、最高気温は十数℃、また白夜の時期であった。最初の1ヶ月は設置、訓練などを入念に実施した。決められた時間内で確実に機材の準備や操作を行う必要があったが、蚊が大量に発生したり、背の低い植物に覆われ地面を歩くのには苦勞した。その後、試験期間に移行したが、気象条件が揃うま

で約3週間待つことになった。そして試験開始。約24時間にわたる試験だったが、すべての地点でソニックブームの計測に成功との報告があり、達成感と心地良い疲労感を味わうことができた。👍

(参考)

JAXA D-SEND#2 試験サイト
<http://www.aero.jaxa.jp/spsite/d-send2/>
 足立・馬屋原・中ら:異なる計測システムによるソニックブーム計測波形の差異とその検討, 日本音響学会講演論文集, pp.981-982, 2016 春



左:馬屋原博光 計測器営業技術課 (2015年JAXA 出向)
 右:足立大 開発部

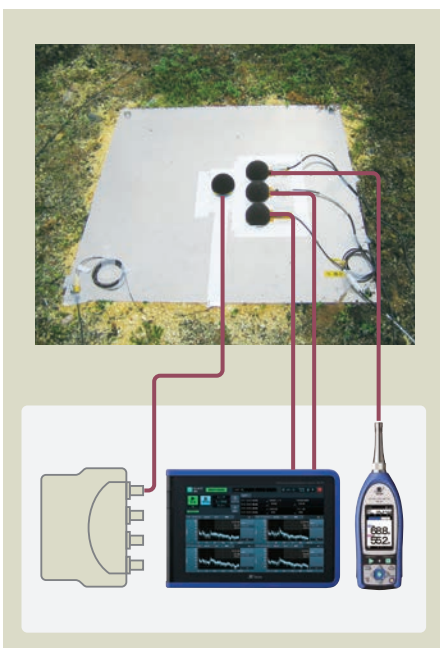


図3 設置状態(上部設置写真 JAXA 提供)
 計測器は左からJAXA 既存システム(模式図)、新システム①(リオン SA-A1)、新システム②(リオン NL-62)

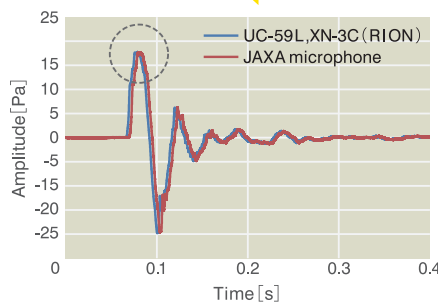


図4 ソニックブーム波形

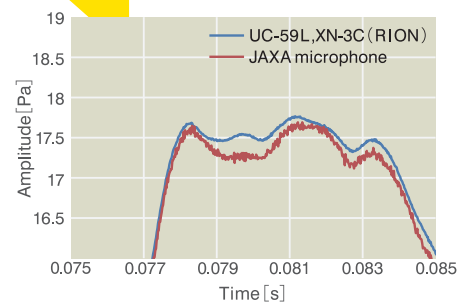


図5 ソニックブーム波形(拡大)

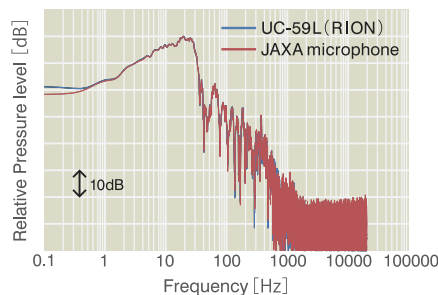


図6 ソニックブームのパワースペクトル



D-SEND #2 ミッションロゴ(JAXA 提供)

03

技術紹介

航空機騒音の自動監視

リオンの航空機騒音監視システムでは、観測される騒音レベルの変動状況から騒音発生区間を抽出し、その騒音が航空機によるものか否かを自動的に識別している。音の到来方向を検出して航空機騒音を識別する仕組みや、システム的应用事例を紹介する。

航空機騒音の測定と評価

航空機騒音は日常生活に影響を及ぼすことから、騒音管理のために空港周辺での騒音監視が行われている。航空機騒音の測定は長時間・長期間にわたるため、常設の騒音計による監視を行う場合が多い。航空機騒音の評価方法は国ごとに異なるが、日本では L_{den} が用いられている。これは1機ごとの航空機の飛来に伴う騒音レベルの変動事象である「騒音イベント」を基に、時間帯ごとに一定の重み付けをした上で一日のエネルギー平均を求めた評価量である。国際的には、航空機騒音の常時監視に

関する規格としてISO 20906:2009^[1]が制定されている。

リオンの航空機騒音監視システムでは、騒音イベントの発生区間は観測される騒音レベルの変動状況から自動的に求めている。さらに、その騒音イベントが航空機によるものなのか、それ以外の音源によるものなのかを区別するため、また航空機の場合は離陸方向か着陸方向かの航路を識別するため、音の到来方向を検出し解析する仕組みを持っている。

音の到来方向を検出する^[2]

音の到来方向を知るために、2本のマ

イクロホンで観測される音圧波形の時間差を用いることができる。音源までの距離が十分に大きいとき、この遅れ時間 τ_z は音の到来方向の仰角 θ との間で(1)式のような関係になる。なお、 h はマイクロホンの間隔、 c は音速である。

$$\tau_z = \frac{h}{c} \times \sin(\theta) \quad (1) \text{式}$$

τ_z は2本のマイクロホンで得られた音圧信号から推定できるので、(1)式から仰角 θ を知ることができる。これを3軸分組み合わせると、3次元的な音の到来方向が分かる。リオンのシステムでは、原点を共通として同間隔のマイクロホン対をX軸、Y軸、Z軸方向に3組、すな



自動監視用マイクロホンシステム

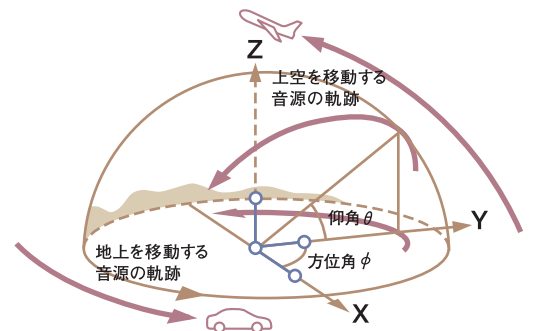


図1 音の到来方向検出のためのマイクロホン配置

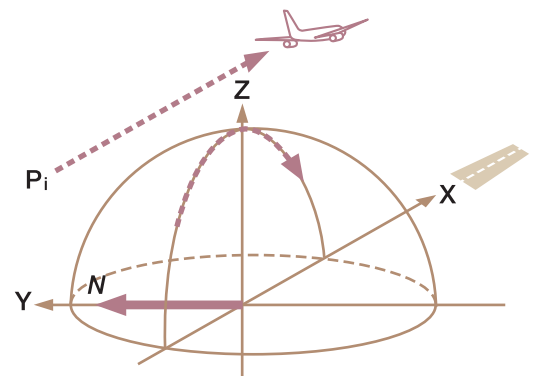


図2 音の到来方向の軌跡を代表する平均線ベクトル

わち合計4個のマイクロホンで3軸を構成している(図1)。

音の到来方向は、機影が水平面上でX軸となす角度 ϕ (方位角)と、機影が高さ方向に水平面となす角度 θ (仰角)で表す。このとき、各マイクロホン間の音圧波形の到来時間差 τ_z (Z軸)、 τ_x (X軸)、 τ_y (Y軸)と ϕ 、 θ の間には(2)(3)式の関係が成り立つ。

$$\tan \phi = \tau_x / \tau_y \quad (2) \text{ 式}$$

$$\tan \theta = \tau_z / (\tau_y^2 + \tau_x^2)^{1/2} \quad (3) \text{ 式}$$

(2)(3)式から、3対のマイクロホンで3軸を構成すれば、3次元的な音の到来方向 ϕ 、 θ を求めることができる。

航空機の航路を自動識別する^[3]

次に、音の移動方向(すなわち航空機の航路)の求め方を示す。

基準マイクロホンを原点とするXYZ直交座標系を空港近傍に設置し、X軸を滑走路方向に向ける(図2)。

ある時刻 i に観測された音の到来方向のベクトルデータを $s_i = (x_i, y_i, z_i)^T$ と表すと、観測された騒音イベント区間の m 個のデータの時系列は $s = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_m)$ と表せる。ここで、音の到来方向の軌跡を代表する指標として、「平均法線ベクトル」 N を(4)式のように定義する。

$$N = \frac{1}{m-p} \sum_1^{m-p} (s_i \times s_{i+p}) \quad (4) \text{ 式}$$

ここで p は法線ベクトルの算出間隔である。

平均法線ベクトル N は多数の短時間の法線ベクトルの平均であり、滑走路に向かって飛行(着陸)する航空機の場合はY軸正方向に沿った向き、逆方向に飛行(離陸)する場合はY軸負方向に

沿った向きとなる。すなわち、平均法線ベクトルのY軸成分に着目すれば、離陸・着陸などの航路を自動識別することができることになる。

航空機騒音監視システムの応用

航空機騒音の監視は、空港運用者である国、空港会社、もしくは空港周辺の自治体が多実施することが多い。定期的に報告書を公開するだけでなく、複数の騒音監視システムを空港周辺に設置して、ネットワーク経由で常時測定値を収集し、インターネット上に情報公開するシステムもある。リオンでは複数の騒音監視システムのデータ収集・集計を行うソフトウェア製品を提供しているほか、お客様ごとにカスタマイズして提供する情報公開システムもある(図3)。

今後もさらに高い精度・信頼性を持つ航空機騒音監視システムを目指し、複数音源の区別や評価方法^[4]、また航空機から発せられる電波を利用した識別などについても開発を進めていく所存である。👉



図3 航空機騒音情報公開システムの例
成田空港 環境こみゆにてい(成田空港株式会社)
<http://airport-community.naa.jp/noise/>

- [1] ISO 20906:2009 Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports
- [2] 牧野: 航空機騒音の到来方向の変化の検出, 小林理研ニュース, No.36, 1992.4
- [3] 廻田ら: 航空機騒音の到来方向の法線ベクトルを用いた航路分類について, 騒音制御講論集, pp.145-148, 2002.9
- [4] 篠原ら: 複数の航空機が同時に発生する地上騒音の識別方法について, 騒音制御講論集, pp.133-136, 2012.9



廻田恵司 開発部

製品温故知新

現在の騒音計の原型となった、国際規格対応の騒音計 NA-20シリーズ



それまでの多様な形状を持った騒音計を、現在につながる形状に変えたハンディな騒音計NA-20シリーズ(1978年発売)は、新技術の塊でした。その性能と品質は市場の大きな信頼を得、20年の長きにわたり、国内外で2万2千台以上販売されました。リオンの騒音計の新しい時代を切り拓いたNA-20シリーズについて、開発に関わった吉川教治さん*に聞きました。

*元取締役常務執行役員。NA-20 開発当時は音測技術部第1グループ

—— NA-20シリーズ以前の、騒音計を巡る状況を教えてください。

戦後、日本では騒音公害が大きな社会的問題となり、1967年に「公害対策基本法」が制定されました。リオンは1955年に当社初の騒音計N-1101を発売して以来、騒音計の開発・製造を行ってききましたが、「公害対策基本法」の制定は、それまでの「測定して状況を把握する」騒

音計から、「測定データを分析し対策へ繋げる」騒音計へと大きく変化するきっかけとなりました。

—— NA-20シリーズの開発コンセプトは。

1961年に国際規格IEC Pub.123「騒音計の要求事項」が制定され、その後1973年にIEC Pub.179「精密騒音計」が制定されました。これに対応してJISが改正され、JIS C 1502:1977「普通騒音計」およ

びJIS C 1505:1977「精密騒音計」が制定されました。NA-20シリーズの発売は、JIS改正の翌年1978年でした。開発コンセプトは「IEC規格に完全に適合して海外市場に展開できる騒音計」です。また、計測と分析ができるようにシステム化して、商品競争力を向上させようともしていました。同時に、これまで多機種展開していた騒音計群を整理統合する狙いもありました。



吉川教治さん

——騒音計群の整理統合ですか。

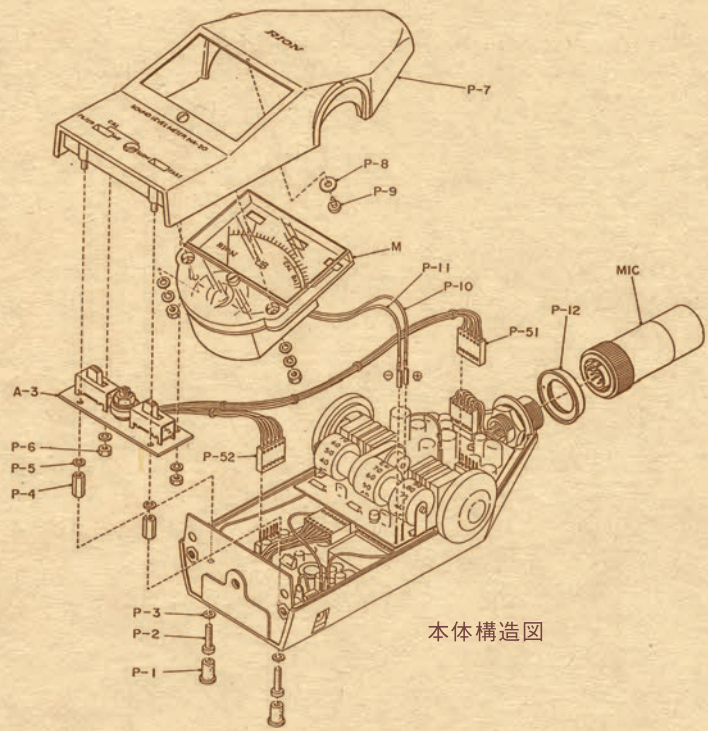
ええ。1967年から1976年の10年間に開発した騒音計は14機種ほど、派生機種を含めればさらに多くなります。急激に拡大した騒音測定の需要に応えるために、使用目的ごとに製品を開発してきた結果です。しかし開発能力は限界に達していたので、これら騒音計群を整理する必要がありました。音響計測器としての基本性能の確立と、あらゆる測定現場の使用にえられることを考えて製品を整理しました。

——IEC規格の性能基準を満たす騒音計とは。

例えば、回路設計ではA特性、C特性は規格値の基準値で設計する。マイクロホンは限りなく平坦な特性とする。その他、延長ケーブル使用時でも電磁波の影響を受けにくいプリアンプの開発、IEC規格が導入したクレストファクタに適合する実効値回路の開発、等間隔目盛でオーバーシュート・アンダーシュートの小さい高ダンピング指示機構の開発、1/1・1/3オクターブフィルタを低消費電力で実現するための精密コンデンサや精密抵抗アレイ(モジュールIC)の開発など、多くの新技術を取り入れました。

——開発に伴い、新しい生産システムも導入したそうですね。

はい。マイクロホンの感度特性管理を始め、騒音計性能の設計基準や、総合特性の数値管理基準、マイクロホン延長ケーブルの性能基準、IC部品の検収検査基準などの生産システムを導入し、品質向上に努めました。これにより、騒音計としての総合特性を机上で設計できるよ



本体構造図

うになりました。

——筐体デザインも一新されました。

IEC規格は、騒音計の性能を筐体からの音波の反射を含めた特性を規定するとともに、入射する音波の角度に対しての影響性能も定めていました。騒音計の筐体から反射する音波によって測定値が影響されることを極力小さくすべきとの考えに基づくものです。NA-20シリーズでは、いくつかのモデルを作って、実験計測して最終的な形としました。レベルレンジダイヤルのノブが傘型をしているのも、実験の結果によるものです。

——他に工夫した点は。

ハンディ型騒音計は現場での機動性が最も求められますから、デジタル表示ユニット、 L_{eq} 演算ユニット、周波数分析ユニットなどオプション製品を多く揃えました。それぞれのユニットは、騒音計のレベルレンジダイヤルと連動した値が読み取れるよう工夫してあります。周波数分析ユニットは、レベルレコーダとの同期分析ができる連動機構を備えることで、他社との差別化を図りました。

——開発当時に振り返って、どんなお気持ちですか。

NA-20の開発期間は約2年でしたが、騒音計群の整理統合と、音響計測器メー

カーとしての地位確立までにはさらに数年間を要しました。全体が製品化できたのは、構想を企画に落とし込み、それを実施しようとした開発部門の揺るぎない意思の成果です。当時の開発メンバーはみな既に退職しましたし、開発に協力して頂いた会社のいくつかは既にもありません。開発から38年の時間が過ぎました。

——最後に、若い世代の技術者へのエールをいただけますか。

開発部門は、常に最先端技術を製品に展開する気持ちを持っていなければなりません。技術者は、自身が担当する製品を良く知り、冷静に観察できるだけの分析力を身につけておく必要があります。幸い、騒音計に限って言えば、その糸口は規格に凝縮されています。騒音レベルを知る騒音計に代わる仕組みができるのであれば、IoT (Internet of Things:モノをインターネットに接続すること)との融合ではないでしょうか。その時に必要になるのは、安定で信頼できるセンサと、それを校正できる仕組みです。そうでなければ、スマートフォンのマイクロホンと変わらなくなってしまいます。規格の先を行くもの、規格を塗るかえるくらいのを創造して欲しいと思います。👍

聞き手: 中村一彦 音響振動計測器営業部

オフィスから
こんにちは



お客様のソリューションパートナー リオンサービスセンター株式会社



計測機器の命は、機能と精度の維持です。当社は、リオングループの音響・振動計測器、微粒子計測器、医用検査機器をご使用のお客様に、各種サービスを提供しています。ISO9001 認証事業者としての品質管理や計測管理、蓄積してきたノウハウを活用して点検、校正、保守などの業務を行っており、お客様から「どのように計測器を使えばよいのか」などのお問い合わせをいただくこともあります。

また当社の品質保証部は、「音響・超音波」の区分の国際 MRA (相互承認) に対応した JCSS 認定事業者です。JCSS 校正した認定範囲の音響測定器 (音響校正器、ピストンホン) に、ILAC MRA 付 JCSS 認定シンボルの入った校正証明書を発行することができます。

当社はその他にも、機器のレンタル、測定サー

ビス、設置調整、データ整理などの業務も行っており、測定に関する「ソリューションパートナー」として、技術と信頼でお客様と結ばれる企業になるよう努力しています。



ピストンホンを校正中

リオンサービスセンター株式会社

(本社) 〒192-0918 東京都八王子市兵衛二丁目22番2号

TEL (042) 632-1131

<http://www.rion-service.co.jp/rsc/>

教えて!

そうじゅん
先生



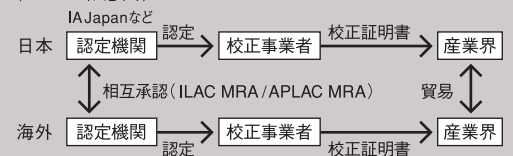
Q. 計測器のMRAとは何ですか?

製品やサービスの品質に関する基準や認証制度が各国間で異なると、貿易の円滑な運用に支障が出ます。そこで、試験、校正、サービス認証などの基準認証制度の国際化を目指し、その基盤として試験報告書や校正証明書の同等性を保証するために結ばれた国際相互承認協定が MRA (Mutual Recognition Arrangement) です。

計測器の校正証明書を国際的に通用するものとするために、権威ある認定機関が、校正事業者として一定の基準を満たして校正を適正に行う能力を有しているかを審査して認定します。日本の計量法トレーサビリティ制度 JCSS はこの認定制度の一つで、(独)製品評価技術基盤機構の認定センター (IAJapan) が運営しています。当然、認定機関自身も国際整合性の取れた運営をする必要があるため、IAJapan も国際試験所認定協

力機構 (ILAC) や APEC 域内のアジア太平洋試験所認定協力機構 (APLAC) に加盟して、認定機関の認定結果の同等性を確保し、各認定機関の認定を受けた校正事業者の校正証明書を認めあう相互承認協定 (IRAC MRA や APLAC MRA) を結んでいます。こうして、MRA に基づいて認定された校正事業者が発行する校正証明書は、国際的に受け入れ可能となります。

(MRA の概念図)



(参考) 品質マネジメントシステムや環境マネジメントシステムに関する基準認証制度についての相互承認協定は MRA (Multilateral Recognition Arrangement) といわれます。

佐藤宗純 顧問、元産業技術総合研究所 NMIJ 音響振動科長



サイエンス
コラム

花火の高さと歓声の関係？

立川の友人宅に招かれて、昭和記念公園の花火大会を観賞した。打ち上げ場所からわずか500 m程の距離のマンションで、部屋は10階。この高さなら蚊もいないし、風が心地良く、涼しささえ感じる。天気は快晴、最高の花火日和だ。ビールをやりながら、夕暮れ時を待つ。

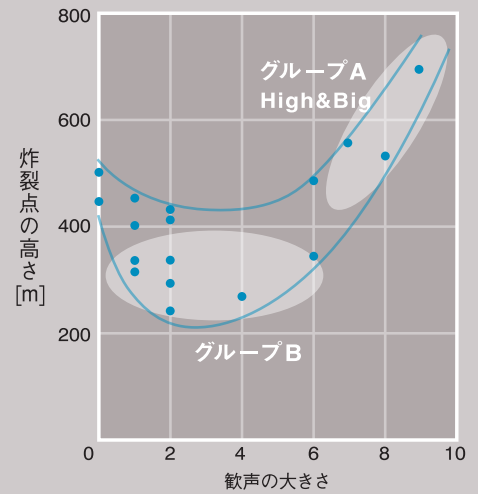
夜7時半、花火が始まった。しばらく見ていると、花火の高さが高いほど輪の大きさも大きく、観客の歓声や拍手の音も大きいようだ。大きさと華麗さと迫力。これこそ花火の醍醐味だろう。

私はストップウォッチを手に持ち、花火が見えたときと音が聞こえたときの時間差を測ってみた。音速を340 m/sとすると、時間差が2秒なら花火の炸裂点との距離は680 m。これが斜辺となるから、底辺538 m、部屋の高さ35 mと併せて三平方の定理から炸裂点の高さは451 mとなる。ついでに観客の歓声の大きさを1から10で数値化し、高さと歓声の値をグラフにプロットしてみた。確かに高さが高いほど、歓声の値も大きい傾向が見

られる。しかしどうやら花火には2つのグループがあるようだ。グループAは、高く上がる大きな花火。グループBは、高さは低い様々な色と形が楽しめる花火。可視化することで発見があるものだ。

おっと、ビールがぬるくなってしまった。

大島俊也 開発部



2014年8月2日撮影：春原政浩 R&Dセンター

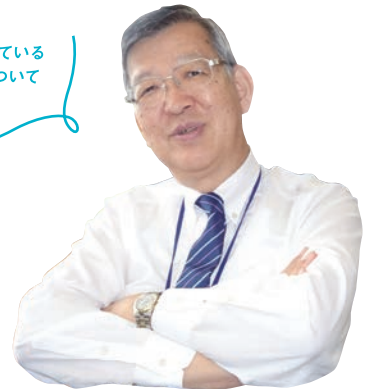
夏の夜、全国各地で花火大会が催される。浴衣を着て団扇を持ち、華やかな打ち上げ花火を見て、しばし暑さを忘れる。写真は菊の花のように球形に開く日本の伝統的な「割物」。

江戸川河川敷にて（左には花火見物のための屋形船も見える）

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

高校の頃から続けている
アマチュア無線について
お話しします



清水健一さん（代表取締役社長）

アマチュア無線はSNSの先取り？

（アマチュア無線とは）

国家試験に合格し無線従事者となると、無線局免許状（コールサイン）の交付を受けて無線局を開設できる。免許は生涯有効。世界中のアマチュア局と通信し、交信の証となる証明書「QSLカード」を交換する。自身のカードをデザインしたり、カードの数や珍しい国の希少性を競ったりするのもアマチュア無線の楽しみである。

——どんな子供時代を？

小学生の時から、豆電球を点けたりゲルマニウムラジオを作っていました。中学生時代には、技術雑誌を参考にして真空管でミニ送信機を作り、ローリングストーンズを掛けてDJの真似をしていました。その私設放送がどこまで聴こえるのか、ラジオを持って家の周りを歩きました。テープレコーダのスピーカ端子から線出して部屋の畳の上にループを作り、その中でパーアンテナとイヤホン繋いで音を聞く実験もやりました。

——アマチュア無線との出会いは？

当時は深夜放送が若者に人気の時代で、その文化の中に身を置きたい、自分で放送したい。その放送がどこまで聴こえるのか、より遠くまで放送するにはどうしたらよいかと試行錯誤していました。そんな中で、高校の屋上で無線部の活動に遭遇し、入部する事に。間もなく国家試験に合格、本格的にアマチュア無線の世界へのめり込みました。トランジスタ化されて小型になった無線機で、大島の三原山と立川市内の高校校舎間で交信したり、京都の修学旅行へも持っていくほどでした。大学生時代は無線部が無線機を持っていなかったた

め、学園祭でディスコ・クラブの店を出して購入資金を稼ぎました。（当時の無線機は大卒初任給の1.5倍！）

——アマチュア無線の使い途は？

空間を超える連絡手段としては非常に便利。今のSNSと同じです。大勢でいっぺんに相談ができて、電話代がかからない（笑）。夏の週末の夜、仲間と会話していて誰かが「暑い」と言えば、それを聞いた誰かが「海に行こう」と言うし、冬ならスキーと、瞬間に行動に結びつく。無線機のスイッチを入れて置けば部屋に仲間がいる。まるで衣食を共にしているような感覚です。

——社長就任後もアマチュア無線を活発に？

もちろん欠かしません。先日も海外のアマチュア局と交信した時に、自己紹介をする前に「Hi! Ken!!」とあいさつされました。交信するのは初めての方です。恐らくインターネットでコールサインを検索していたのだと思います。驚きましたが、嬉しくもありました。

悲しい話もあります。自宅に立てて10年間以上愛用していたクモの巣型のアンテナが、今年1月に雪の重みで壊れてしまったのです。修理したいのですが、小遣いが大変です（泣）。



第二級アマチュア無線技士従事者免許



無残に折れた大型アンテナ（本来は二重のX字型）

〈無線略歴〉

1969年12月 電話級アマチュア無線技士免許取得
1976年8月 第二級アマチュア無線技士免許取得
1989年12月 第一級アマチュア無線技士免許取得

聞き手：野島康生 開発部

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 近日発売

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

TOPICS

◎ 展示会

音響振動計測器関連 / 微粒子計測器関連

音 Inter-Noise 2016

期間：2016年8月21日～8月24日 / 開催地：ハンブルク(ドイツ)
<http://www.internoise2016.org/>

微 SEMICON Taiwan

期間：2016年9月7日～9月9日 / 開催地：台北(台湾)
<http://www.semicontaiwan.org/en/>

微 再生医療 JAPAN 2016

期間：2016年10月12日～10月14日 / 開催地：パシフィコ横浜
<http://saiseiexpo.jp/main/outline.html>

音 計測展 2016 OSAKA

期間：2016年11月9日～11月11日 / 開催地：グランキューブ大阪
<http://jemima.osaka/>

音 第五回 日米音響学会ジョイントミーティング

期間：2016年11月28日～12月2日 / 開催地：ホノルル(ハワイ)
<http://www.acousticalsociety.org/>

微 SEMICON Japan

期間：2016年12月14日～12月16日 / 開催地：東京ビッグサイト
<http://www.semiconjapan.org/ja/>

微 SEMICON Korea

期間：2017年2月8日～2月10日 / 開催地：ソウル(韓国)
<http://www.semiconkorea.org/en/>

微 インターフェックス大阪

期間：2017年2月15日～2月17日 / 開催地：インテックス大阪
<http://www.interphex-osaka.jp/>

微 SEMICON China

期間：2017年3月14日～3月16日 / 開催地：上海(中国)
<http://www.semiconchina.org/>

◎ 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。

Webサイト (<http://svmeas.rion.co.jp/event/all>)

で開催日や会場、プログラムなどの詳細が確認できます。

本欄へのお問い合わせは企画課 (042)359-7860まで

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

寺門和夫 著
まるわかり太陽系ガイドブック
3名様

ペンシルロケット クリアファイル
(国分寺市提供) 10名様

◎ 応募方法

弊社WebサイトのShake Hands 専用ページ(欄外記載)よりご応募ください。

◎ 応募締切

2016年9月30日(金)

◎ 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

地球外生命は存在するのだろうか。生命とは何か。何世紀にもわたって人類が問い続けてきた答えを探すために、植物が種の保存を求めて種をとばすように、人類も未知への好奇心という名の飛躍を続けています。(小穴)



編集後記

表紙のデザインは何点かの候補から編集会議で決定しています。創刊号では意見が分かれたのですが、今号ではほぼ全員一致ですんなり決定しました。宇宙にまで種を広げるように飛んでいく綿毛はどこか宇宙ステーションをも連想させ、人類の夢を象徴しているようです。

「Shake Hands」Vol.2 は特集「飛ばす」で宇宙、航空分野の話題、それらとリオン製品の関わりをお伝えしました。人々の夢や幸福の実現への一助に、様々な研究で使用されているリオン製品の情報を今後も発信していきます。(渡辺元 開発部)

本誌は弊社Webサイトからもダウンロードできます <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 / 平成28年9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-00022 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



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