



## \* 最終回 \*

# 上田 麻理

神奈川工科大

## Applied Acoustics: 音と人

### Introduction

皆さんこんにちは。神奈川工科大学准教授の上田と申します。この原稿の依頼をお受けしてはや3ヵ月、締め切りまで一週間をきった今、休日のラボで焦って白紙の原稿を見つめながらこれ書いています。

この大学には着任して今年(2020年)で3年目になります。大学では音響学を学び、建築音響学・音響環境工学を専攻して2010年に九州大学の建築で博士(工学)を取得しました。その後、国の研究員制度、(学振PD)でつくばの産総研(ヒューマンライフテクノロジー研究部門)に3年、国交省の外郭の羽田空港の研究所に3年、ベルギー国立のアントワープ大学での研究員を経て現在に至ります。今は音響学系の授業をいくつかと音響解析のためのプログラミングなどの演習を教えています。絵心があると周りの皆さんにも褒められるので、教材も作ったりしています(図1)。

図1の教材は、身近にあるものの音がどのくらいの騒音の大きさなのかを生徒に回答させる教材です。最初はシールで作ったのですが、今年度のオンライン授業で急遽Web版を用意しました。他に、聴能形成という音を聴く能力を育てるという演習なども行っています。

余談ですが、ベルギーの大学での契

† 神奈川工科大学

"Applied Acoustics: Sound and human" by Mari Ueda (Kanagawa Institute of Technology, Kanagawa)

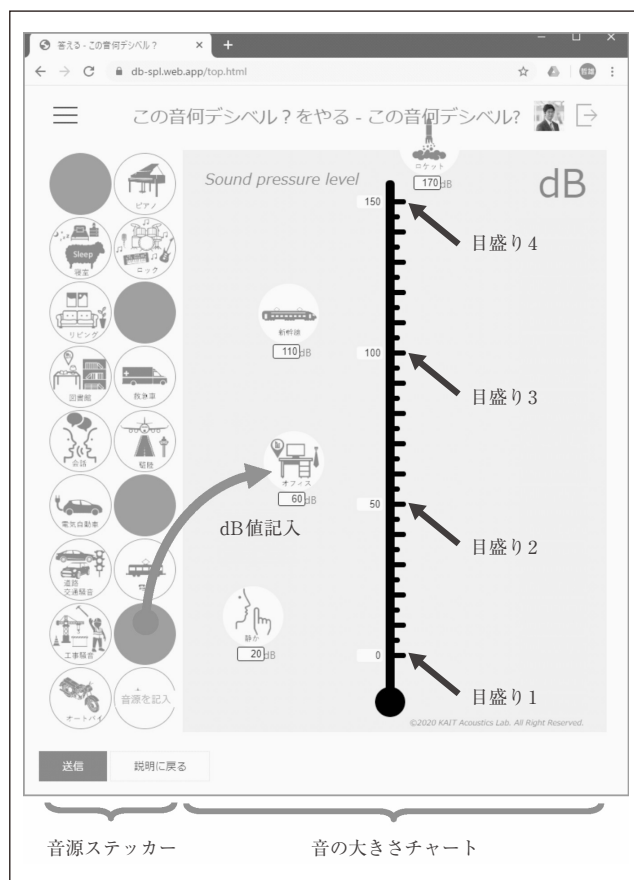


図1 騒音の大きさ(デシベル値)を回答させる自作の教材

約はおおよそ3年だったのですが、たまたまJREC-INを見ていて、今の大学の公募を発見しました。工学的な立場で音を教えられるということで、なかなかそういった大学は多くはないので、ベルギーは1年足らずで帰国してしまいました。でもまたいつか、海外で研究したいと密かに願っています。

さて、私はもともと大学教員のポストに拘っていたわけではありません。研究が好きだったので、少し稚拙な表

現ですが、やりたい研究ができるところで、できれば憧れの上司(研究者)がいるところがいいなとだけ思っていました。ですので、学振PDも産総研を選びました。大学ではDutyとも言われる講義や雑務を受け持つことも多いのですが、そうした制約なく研究に集中できる夢のような? 3年の任期を経て、その後、羽田空港の研究所に声をかけていただき、研究員として3年と少し働きました。そこでは航空機騒音



図2 FAA（アメリカ連邦航空局）ロサンゼルス  
のメンバと日本の航空局の調査団



図4 会議はまじめにやっています



図3 サンフランシスコのメンバと



図5 シアトルのメンバと

に関する調査や研究がメイン業務（＋自主研究として自分の専門の研究）でしたが、私は主に海外の政府・航空局やエアライン・空港会社と騒音対策の現状を共有したり、議論したりするという仕事をしていました。入所して1ヵ月足らずでヨーロッパ・アメリカ航空局と空港会社に飛ばされ、航空機騒音対策や飛行機の運用に関する議論（図2～図5）をしたのはとても懐かしい思い出です。＃これまた余談すぎますが、皆さんタクシーウェイトでご存知ですか？タクシーが走る道ではないんですね、飛行機業界では…

空港の滑走路脇の飛行機の誘導路を意味するものなんですね。当時はもちろんそんなこと、知りませんでしたので、このような未知の世界の用語や海外の法律や騒音対策に関するドキュメントを読み漁りました。多分おそらく、自分の人生で一番勉強したのがその頃だったと思います。

それでも知らないことを知るのは楽しかったので、何より何かやっぱ飛行機や空港という場所はなぜか昔からなんとなく好きだったんですよ。うま

くは言えませんが、夢がある感じが…。というわけで飛行機、飛行機を飛ばす・空港を運営するって国や経済やさまざまな人が関わっていて、また、騒音対策には何億ドルもの莫大な予算がかかっている、本当に本当に多くの人に関わっているんですね。自分がこれまで知らなかった航空機業界では、管制官やエアラインの人や各国の大使館の人や多くの人に関わることができて、とても貴重な経験でした。一機の飛行機を飛ばすのにもこんなに多くの職業や人が関わってるなんて！と思うと何だか感無量でした。自分もその仲間の一人だと思うと勝手に一体感、飛行機に乗るたびに勝手に意味なく胸が熱くなっていました。いつか、飛行機の研究もまた再開したいなと思うものの一つです。

と、いうわけで、無理やり戻しましたが、私は音・音響学を専門とした研究をしています。特に、工学の視点から聴覚心理・生理などの研究も行っています。特に今の大学に着任してからは今までより広い視点でということに応用的な研究も進めています。

## 音と人の前に

長い長いIntroductionになってしまいましたが（ペルギーでの話も書きたかったのですが）、そろそろ音と人の研究について、最近のトピックを紹介したいと思います。本編をご依頼の編集委員の方から頂いたメイントピックなのです。

＃その前に…ちなみに私が音の研究をしているのは、小さな頃からピアノや楽器をやっていたからなんですね。この分野ではかなりオーソドックスな理由かと思います。コンサートホールの音響設計をしている先輩も、建材メーカーで防音・遮音の研究をしている大学の同級生もそういったきっかけの人が多いのです。

私は2歳半頃からピアノをはじめてヴァイオリン、琴（山田流）やソルフェージュなどを習っていました。今は楽器の経験年数よりも、やっていない年数の方が勝ってしまったので人前では楽器ができるなどおこがましくて言えませんし、学生にも恥ずかしくて言えません。それでも大学にある実験スタジオにあるピアノはごくたまーに弾くことはあります。そして、三つ子の魂…ではないですけど、いい音・音楽を聴くと身体が自然に反応するというか、身体が覚えている気がします。今は音楽を聴く以外ではなかなか音楽には触れる機会がないのですが、音楽から少し形を変えてしまいましたが音の研究は自分のライフワークだと思っています。

＃ちなみに、音響や音というと一般的にはPAさんや音楽のような華やかなものをイメージすると思うのですが、音響学は主に物理現象としての音、音の伝わり方、信号処理、聴こえ方などです。

## 音と人の研究

### ～人には聴こえない？音～

さて、ヒトの可聴範囲は一般に20Hz～20kHzと言われているのですが、20kHz以上の高い音、空中超音波の研究をし

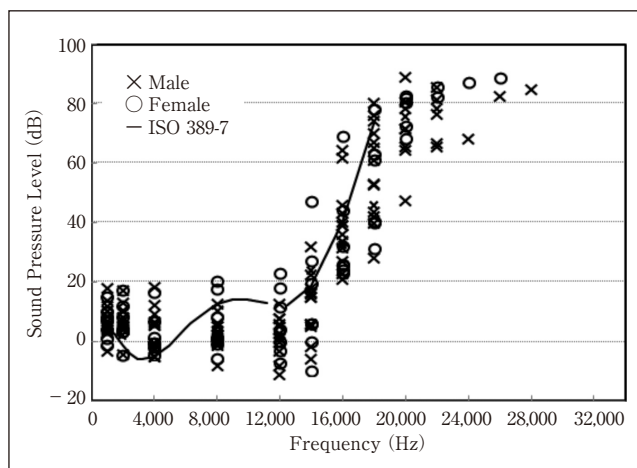


図6 6歳から15歳の25名の純音聴力閾値（人が聴こえるという感覚を起こす音圧の最小値）計測結果の例

ています。これまでヒトは20 kHz以上の音は聴こえないとされてきたのですが、最近可聴範囲の閾値の上限値がもっと高いということがわかりつつあります。

図6が示すように子供や若齢者は30 kHz程度まで聴こえることが判明されつつあります。

加齢によって高域の音は聴こえなくなるため、これまででは、20 kHz以上の音は聴こえないことが前提とされてきました。産総研時代に東京駅の地下を夫と歩いていた時に、突然キーンというような、耳に突き刺すような今まで聞いたことがない音が聴こえたんですね。

後日、高い周波数を測ることができ騒音計を使って、当時の上司と計測してみると、聴こえないと思っていた高い周波数の音が人によっては聴こえることがわかりました。その出来事をきっかけにして、空中超音波の研究が始まりました。主観的な聴覚閾値の計測から脳波による生理反応計測、発生源特定のための音源探査、音響計測方法などを世界に発信しています。データ数がまだまだ足りないので、教科書の中の可聴範囲の上限周波数を変えるまでも至っていませんし、聴こえるメカニズムや人体影響等の解明はまだ先が長いのですが、自分が世界に誇れる研究テーマの一つで、生涯かけて行っていく予定です。

#この研究・日常をとりまく多くの人に感謝して。

追伸 この研究トピックは2020年4月12日にNHKのサイエンスZEROという番組で放映されました。どうでもいいですが、テレビに出るのは苦手です！

### スポーツと音・ スポーツ音響学？

これはまだまだこれからの分野なのですが、少し毛色が変わったトピックを紹介します。スポーツと音？

スポーツと音の関連について、国内外では生理学や心理学、スポーツ科学などを専門分野で研究が行われているようですが、音（音響学）の視点からスポーツを科学する試みはこれまでほとんどありませんでした。もう十数年前にスタジアムの音環境を研究しないか？と誘われたことはあったのですが、結局流してしまいました。その後、視覚障害者柔道に触れる機会や、柔道形の世界チャンピオン（日本人ペア）と共同研究をする機会があって、特に形の競技では、技の成功時と不成功時では音がまったく違うんですね。上手い人（習熟者）とそうでない人（未習熟者）でも音が違います。畳の素材や武道館の形状や広さなどでも音の響きが変わるのが面白くて、2014年頃からスポーツと音の研究についても趣味的に細々と始めました。また、日本での

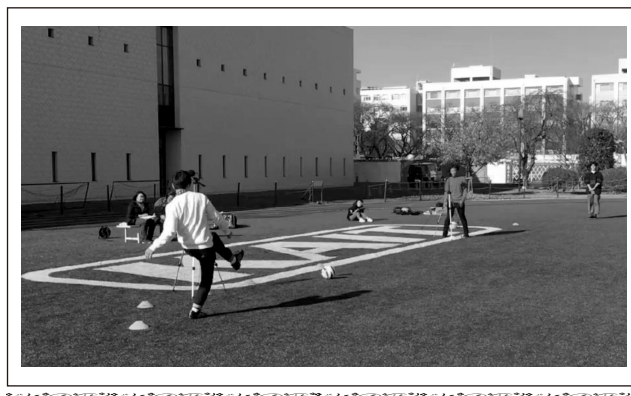


図7 ブラインドサッカーの音響計測の様子  
（ボールを蹴る音や転がる音などを収録して計測）

オリンピック・パラリンピックの開催をきっかけとして2016年に日本音響学会でも調査研究委員会が立ち上がりました。視覚障害者スポーツのブラインドサッカーを通しての聴覚メカニズムの解明や聴覚訓練システムの構築などの研究（図7）をキックオフとして、アーティフィシャルスイミング（旧シンクロナイズドスイミング）のような水中の音の聴こえと音響計測、スケートリンクの音響計測、野球競技から発生する音の解析など、最近では画像解析を併せた研究、只今コロナ真っ只中なので、無観客試合時の歓声の影響についてなど…幅広く研究しています。  
#うちの学生にも取り組みやすいテーマなんです。

また、研究はもちろんですが、2019年と今年度はヤマハ発動機スポーツ振興財団（YMFS）というスポーツ系の財団の若手研究助成を頂いています。助成金授与式や中間報告ではレクリエーション込みで行われる合宿形式で行われて、たいそう面倒だと思っていたのですが、今まで出会うことがなかったであろう、世界をめざすアスリートの方々や分野のまったく違う研究者の方々などなどさまざまなステークホルダーの方とお会いできて、とてもとても嬉しい＆楽しいです。

#スポーツ音響学を日本から世界へ！

### 音バリアフリー？

視覚障害者の中でも全盲の方は、音がないとダメなんですね。音がないと





図8 視覚障害者用降雨騒音低減傘  
わかりにくいけど二重構造になってます！

生きていけない…まで言ってしまうといいかはわからないのですが…街中にも全盲の方が歩く際のキュー（手がかり）になっている音がたくさんあります。私が視覚障害者に出会ったのはM1（修士1年）の頃でした。研究室の先輩の研究を通して知り合いになりました。そこからこの研究分野に興味を持つようになりました。で、私は学生時代に、雨音が小さい傘「降雨騒音低減傘」（図8）を作りました。視覚障害者の方が雨の日は特に傘に当たる雨音に遮られて必要な音が聞き取れないためです。音響計測・とても地道な音響実験

と音響解析を重ねてとても静かな傘ができました。それはさておき、視覚障害者の方は目が見えないのにビールの位置がわかるんです。すごいなと、全盲なのに口紅をきれいに塗ることができるんです。すごいなと。他に聴こえ支援という難聴者や高齢者の聴こえをサポートする研究も行っているのですが、紙面が少ないのでまたの機会に…。音がなくてはならない全盲の方たちとの出会いとそれらを取り巻く方々への感謝と敬意を。

**追伸** まったく脈略がないのですが、M1時代に出会った全盲の方の一人の、とても素敵な女性（タカラトミーの高橋玲子さん）に確か7年くらい前にプライベートで訪れたベルリンの街で、偶然再会したのを今ふと思い出して、ちょっとほくそ笑みました。

### 地域根差した研究？ 地域連携

この原稿をお願いしてきた#敬意を表してこういう書き方にしています編集委員の方にこれは書いてくれ！と言われたトピックです。今の大学に着任した当初から、地域連携というか、地域に根差した研究には興味があって、何か地域に貢献するような研究もしたいと思っていました。思っていると、

機会はやってくるんですね。#どうでもいいですが何かを強く願うって妄想って大事だと思います。多分防災系の研究をちらりとしていたので、着任して間もなく、学内の地域連携センターというところの先生に声をかけていただきました。例えば、厚木市の自治体の方々と防災無線放送の聴こえについて、とか、避難所などの残響過多な大きな空間での聴こえを支援する研究などを自治体の方に協力していただき、防災の日には市民の方に補聴システムの体験参加をさせていただいたりかしています（図9）。そうしているうちに、自治会長さんを通じて音の問題について相談があったり、少しずつ自然とコミュニティが広がりつつあります。

地元のお祭りの和太鼓練習の騒音対策について、自治体の方と今はちょっと和太鼓の騒音と地域の人達がどのように適合・共存していくと良いのか？を季節や時間、そして地元の方達の生活形態も含めた新しい視点から研究を進めています。学生にとっても地元の方と関わる機会があるのはいいなと考えています。あと、先の補聴システムは美術館でも役に立つと考えて、大学内に模擬美術館（図10）を作ってみました。受付でアクリルボードがあると人の声が聞き取りづらいですよね？



図9 2020防災の日で行われた指定避難所（神奈川工科大）での聴こえ支援デモ（右上：補聴用の受信器と補聴システムがあることを示すマーク）



図10 補聴システムで絵画の説明  
大学内に美術館作りました！

## OTHERS and むすびに

紙面がそろそろ埋まってきたので、この話の続きはいつかまたの機会に…

私は日々、好奇心に包まれて生きていきたいと願っています。3度の飯と研究が好きです。音と人が好きです。好奇心に包まれて、世界中の大好きな仲間たちと音に関わる研究をしたい。達成感溢れた後のビールがおいしい…。

おいしいビールを飲み続けたベルギー時代の写真(図11, 図12)も掲載しておきます。

さて、そろそろ締めなくては…

### むすびに

人によるのでしょうか、私は研究者って孤独な職業だと思うことがあります。もちろん物理的に孤独ではないのですが、その孤独を価値ある自由に変えるために研究しているのだと考えています。

私の夫は、同業者で、なかなか同じ地域に職場を見つけられず、単身赴任というか別々の場所に住んできました。この、多大なる理解のもとに与えてくれている自由は、ずっと、価値のある自由に変えなきゃと思ってきたんですね。

研究って終わりがいいですね。私



図11 ベルギー時代の同僚のバースデーパーティのシャークの衣装(ドレスコードがカーニバルでベストドレッサー賞をいただきました♡)

はまだどこまでやればいいのかというような指標? を見つけられずにいるので特にそう思っています。なので、まだ好奇心のままにつき進んでいますが、たまに感じる孤独を価値あるものに、価値ある自由に変えていきたいなとも思っています。

あと、そして、何がしたいかを妄想することはとても大事だと日々思っています。経験的に、妄想の細部を見つめていけば、いつかは現実になるよ



図12 ベルギー時代の大好きな同僚と深夜までビア…

うな気がしています。

そんなこんなで、私はこれからも音の研究を通じて沢山の人の出会ってきたいと思います。このエッセイ、少し前のことも振り返って書いていたのですが、いろんな方々との出会いを思い出すことができました。そして、書いていたいろんな人への感謝があふれてきてしまいました。そんな素敵な機会を頂き、ありがとうございました。

ではでは、日々をとりまく大好きな人たちに感謝して。

そして、いつか輝きたい!

皆さんまたいつの日か!

(2020年11月30日受付)

## 《輝け! リケジョ(理系女子)》シリーズ終了にあたって

映像情報メディア技術に携わる分野には、これまで一般的に女性が少ないと言われてきました。絶対数としては確かにまだまだ少ないかもしれないが、これだけ活躍していらっしゃる方がたくさんいらっしゃるということを皆様にお伝えしたい、多くの方にわれわれの分野に興味を持っていただきたいという思いで2013年8月からシリーズ化された《輝け! リケジョ》は、これまで延べ54名の方にご執筆いただき、大変な好評を博してきました。

一方で、時代の流れとして理系・文系や性別にフォーカスを当て続けることは適切でないであろうという思い、特定の条件に縛られることなく映像情報メディア技術一般に関わるより多種多様な方々の多彩なプロフィールや仕事内容を知っていただきたいという思いから本シリーズ《輝け! リケジョ》は2021年3月号をもって終了し、2021年5月号からはパワーアップした新シリーズ《きらり. 中のヒト》を開始することとしました。これまで《輝け! リケジョ》シリーズをご愛読いただきましてありがとうございました。《きらり. 中のヒト》シリーズは、すでに多くの魅力的な方々の執筆が進んでおります。是非ご期待ください!

(編集幹事一同)