

## 特別講演

# 音今昔

白井克彦

### 1. まえがき

みなさま今日は。

私も音が好きで、小さい頃からそれぞれの年代でできることを楽しんできました。

音っていうのは本当に人間にとってまさに根源的ですから、これが研究の対象でなくなるというのは人類がなくなって我々の認識の形が消え去るまでは音の研究はいろいろな形でこれからも続くだろうというのが本日の話の趣旨です。

早稲田大学の理工学部のキャンパスを利用して音響学会をやっていたのはじつはこれが3回目です。1回目は1989年に私が実行委員長を仰せつかってやりました。ちょうど第12代の音響学会の会長をされた伊藤毅先生が定年を迎えられた年でした。

次は2003年で私が総長に就任した直後で、今回と同様に山崎君が実行委員長でやってくれました。今回はそれから8年経って3回目、交通も便利になり集中してできる教室もたくさんあるので割に大きな学会には便利がいいので、ぜひこれからも次何年先かわかりませんがまた使っていただければと思います。

### 2. The world of sound

今日何を話しようかなと考えてばらばら本を見ておりましたら、”The world of sound”というWilliam Henry Bragg卿が書いたドーバから出ている薄い本を見つけたんですが、昔読んだんでしょうね。これはイギリスのRoyal Institutionで暮れに行われたthe Annual Christmas Lecturesをまとめた本です。このクリスマスレクチャーは多分200年近く続いているでしょう。子供も聴くし、大人も聴く立派な講義です。Braggさんは1942年に亡くなっていますから、私とだいたい生まれ変わってくる位のタイミングなんです、レクチャーはおそらく1930年頃だったと思いますが、1915年に原子分

子と光の相互作用の先駆けの研究で息子さんWilliam Lawrence Braggと一緒にノーベル物理学賞を受賞しています。

その本の章立てを見ますと、第1話が”What is sound”「音って何だろう」です。音は何かものがどこかにぶつかれば音がでる。それ以外にどんな音の出し方があるだろう。例えば衣擦れの音なんていうのもありますね。打撃したらそれが振動して音がでるといえるのはにわかりやすい。でも着物を着ている繊維がこすれて音がでる、こすれて音がでるといえるのはどんなメカニズムなんだろう。そんな音、音ってどうやって生ずるんだろうでなんだろうというのが第1話。

第2話はミュージックなんですね。”Sound in music”。音楽での音はだいたい弦音、弦振動の話が多いんですけども。やっぱり音楽っていうのは我々にとって一番身近な大きい存在であることは確かです。

第3話は”Sound of town,” 町を歩くとどんな音がするか。建物でもこんな音の現象が起こる。中にはドップラー効果の話なんかもでてましたね。救急車などのサイレンが鳴ってる車が通り過ぎると音が変わるといえるような話。

第4話は”country”。地方にでてみるといろいろな虫がいる。虫がどうやって音を出すのだろう。

第5話が”Seas,” 海の中でどんな音がするのだろう。

そして最後が”War”戦争ですね。第1次、第2次大戦がありましたけれども、第2次大戦というのは実に巨大な音の固まりのような戦争ですよ。彼はその頃ピエゾ効果、超音波を始める訳です。それを海の探査、潜水艦の探査に使えろといったことが書いてある。

6話からなっていますが、こういう音の話、音の全体的な話をぜひそれぞれの場所、小

学校、中学、高校、また一般の人に、これから私たちベテランでもう研究できそうにないって人はぜひ出かけて行って、音の話これを楽しく我々身近なものとしてしてください。

### 3. 音と私

私が子供の頃は、音響、いわゆるオーディオオマニアがものすごくいた。雑誌もたくさんあって結構難しいことも書いてある。また真空管のアンプがその頃を中心であり、私もラジオ作ったり、壊したりしていた。あまりお金無かったから、立派なオーディオ製品は作れなかったがそれでも作って遊んでいました。それが最初ですね。

その頃、早稲田大学の伊藤毅研究室というのはなかなか華々しかった。無響室でスピーカの特性をとって絵書いてるだけなんです。これが音の研究になるのかどうか後世になってから疑問を持ったんですが。

スピーカボックスの構造は色々なものがありました。中高生で、バスレフだとか理屈は解りませんでした。設計図があるから作ってみて、聞いてみるのですが、正直言って差がわかりませんでしたね。

アンプもいろいろありましたよね。カートリッジがまたうるさい。共振周波数をどのへんに持ってこなくちゃいけないとか、これもまたうるさい、ダンピングをどうするか、オイルダンプなんていって油か何か使ったりしていろいろ面白かった。

ターンテーブルもわからないですよ。当時の電源の安定性からすると良く考えると怪しい。いくらベルトドライブしようが何しようが一定の回転に保つことは多分難しかったのではないかと私は想像するんだけど、そんなに信頼できるはずはない。今みたいにインバータで制御して周波数を一定にするなんてことはやっていない。

そんな時代がありました。そのころから音は大変好きでした。

## 4. 音の深さ

### 4.1 音が度量衡の基

音ってわれわれにとってどんなに昔から大事だったんだろうかということですが、面白いですね。中国は暦法は当然、星の運動だとか、太陽と月で、惑星の活動だとかやるわけだからもちろんそこから天文学ということになる。ところが面白いのは、度量衡を音楽というか竹の笛と結び付けてですね、その寸法、容積ですよ。黄鐘という笛、これが基本になっている。

中国の音調というのは基本的に 12 律です。黄鐘の出す管、断面が 9 平方、長さが 9 寸。音の高さから度量衡の基準点が結びついていて面白いものですね。

この黄鐘管の容積を 1 ヤク、2 倍が 1 合で 10 合が 1 升という量の単位に結びつく。これにキビをつめると 1200 粒入るそうです。その目方が 12 銖、この 2 倍を 24 銖、これを 1 両といい 16 両が一斤である。すべて長さも重さも黄鐘管の長さ、容積、体積に結びつけられて単位ができています。これは面白いですね。確かに後のメートル法に似てるといわれればそんな気がします。

### 4.2 西洋は弦

西洋の方は単位がほとんど弦の振動ですよ。弦の振動については 1625 年のベルセーヌの研究にあるそうですが、弦の長さ、弦の振動というのは長さに反比例し、張力のルートくらいに比例する。ですから張力でオクターブあげるのに、4 倍のテンションにしなければならぬ。ということは大変ですよ。楽器を作って音域を広げるのは案外大変だと。ただ直径、線密度のルートには反比例するという事になっている。そうするとピアノは音域が広い。あれを同じ弦でしますと弦を長くするか、同じ弦の長さでやるとものすごく太くするかしないと理屈にあわないんだけどご承知のようにピアノは低いほうの弦は銅線ですかねが巻いてある。ピアノはこの中にも大変詳しい専門の方がおられると思いますが、なかなかすばらしい難しい楽器ですその弦の振動がやっぱり最初である。

### 4.3 ガリレオの新科学対話

ガリレオはちゃんと研究している。「新科学対話」、ガリレオが裁判で非常に辛い状況のなかで晩年の生活をしていたところで、弦の長さや振動数の関係について述べている。それから振動がおこると節の部分と腹の部分、2倍の振動であったら真ん中に節ができます。そういう振動の概念をつくった、振動のモード、倍音ということについてやったのがそういうことです。その後、弦の振動をやった人は、テイラーとかベルヌーイとか、オイラーなんかも研究していますね。あるいはラグランジュなんていう人も運動方程式、ずっと質点を並べて、その極限として弦の振動の運動方程式にもっていく。

弦の振動から何が出てくるのかということ、いわゆる重ね。いろんな振動モードがあるから、これが大変おもしろい。その後の数学の発展、直交関数、フーリエ級数に発展していくわけだから、弦の果たした役割は大きいものがある。

波動方程式がでてくるのは、1740 何年代のダランベールです。19 世紀になると、板の振動、膜の振動、棒の振動、みんな解かれちゃう。皆面白いことに直交関数系です。振動の理論は学問の大きなおおもとなっている。

もう一つ弦の振動、2本の弦があると近い振動数の弦を張るとうなりが生ずる。その辺りからでてくるのが聴覚ですね。

#### 4.4 ヘルムホルツと聴覚

聴覚はこの中にもやっておられる方も多くいらっしゃいますが、バイブルみたいなのはまさにヘルムホルツ。彼の書いた最初の本は1863年、”Die Lehre von den Tonempfindungen”、英訳は“On the Sensations of Tone”、1884年です。この中にたくさんいろんなことをやっています。

マクスエルが後世にヘルムホルツが聴覚、音に関して大体出来ることは皆やってしまったというようなことを言っていますが、たしかにこのヘルムホルツの本はバイブル的な本となっています。

聴覚のなかで有名なのは基底膜の共振によって周波数分析が行なわれていることと、

聴覚の「オームの法則」あるいは「オーム・ヘルムホルツの法則」といわれているようですが複合音というのはいろんな純音の合成音、集合として観測されているというような理屈です。そう簡単ではないと思われるんですけど、たしかにある程度そういうことを想像してもおかしくはない。

ただ音の認知はどうなってゆくのでしょうかね。脳科学が現実に観測する手段もでてきた。これは私の現役時代にはちょっと考えられないですよ。脳の観測、活動、アクティブな観測をいろいろ見る手段ができてきた。これはこれからこの人何考えているかなんていうところまではそう簡単には行かないと思うけど、少なくとも音の認知なんていうところに関しては、非常にプリミティブなところがどうなっているのかということは、結構わかりそうな感じがする。おそらくヘルムホルツが出したモデルほど単純ではないと思いますが、「うなり」のように2つの周波数があると和とか差とかを感じる現象について、「どうしてそうなるのか」というようなことを考えたい、と多くの人が考えているのではないのでしょうか。

#### 4.5 ニュートンの音速

何人かの先人の名前を申し上げましたが、とりわけガリレオに始まる弦の振動、聴覚のヘルムホルツ、それらを引き継いだいろいろな人がいます。音速の計測一つをみてもニュートンが初めに音速の理論をだしますが、あれは数値が残念ながら合わない。ニュートンの理論というのは要するに等温変化でやった。

断熱変化のモデルをたてたのは1816年のラプラスです。音速は密度分の大気圧かける比熱比のルートなのです。これは面白いですね。比熱比どうやってはかるのか。これは想像が結構難しい。どうもこういう理論値になるらしいということで、現実に音速とよく合うということになって結果として、現在では比熱比の測定に音速が使われる、逆ですよ、そういうのはたくさんありますね。

さきほど原単位、いろいろな度量衡の大本はどうなのか。実際、原子分子、あるいは光

の速さ、そういうところに帰着されて、時間がすべてを決める。これが正しいかどうかは、また物理現象の中でいろいろなことがでてくるから、原単位の作り方も、もしかしたら見直さないといけないというときが出てくるかもしれない。

#### 4.6 Theory of sound

そんなことがあって、いろいろありますけれども、理論ですごいと思ったのはやっぱりロードレイリーだと思います。” Theory of sound” 多分みなさん読んだか読まないかわかりませんが買った人は多いとは思いますが。私も買いました。原本は 1877 年です。これで音響に関する数学的な扱いは、ある意味で終着ではないがだいたい大事なものはできてしまった。

### 5. 私の研究歴

#### 5.1 非線形振動

私自身の研究ですが、私は最初音はやっていません。非線形振動をやっていました。大学生時代、卒論、マスターぐらいの時代は非線形振動が流行っていました。2 階方程式で単振動の式に 3 乗の項を付け加えるとダフティング方程式と呼ばれる有名なよく知られた方程式になる。これは何のモデルかという鉄共振と呼ばれるのですが回路の共振系に鉄心が入っている。要するにトランスに鉄が入っている。鉄は飽和がありますから、鉄は飽和が 3 乗の項であらわされるかどうか、正確ではないけれども、磁気の飽和というものがあると振動系でいうと典型的な一番簡単な項を入れるのであれば、3 乗の項を入れる、そういうような方程式になる。

これをコイルに組み込んで共振系を作ると、妙なことに共振点が曲がってくる。周波数に依存して共振のカーブが曲がる。これは鉄共振と呼ばれる。非常に有名な力です。何が起こるかという周波数を上げていくと共振点に段々近づいていく。あるところで突然ジャンプしてダウンする。不連続になるんですね。不連続性がおこる。共振ですね。逆に周波数の高いところから下げていき共振点に近づくとジャンプアップする。

そういう非常におもしろい現象が起こる。そんなことの研究をやっていました。ダフティング方程式はその後にも研究されて、京都大学の林一郎先生が徹底的に実験をやって、当時計算機が無く、デジタルシミュレーションやることはできない。アナログ計算機もあるんだけど使用に耐えない。要するに実際に回路を作る以外に無い。

さっき言った鉄の飽和特性をうまくギャップや何かを調節しますと、ダフティング方程式に割によく合うような共振系を作る。ものすごく面倒くさいことだけれども京都大学の林千博先生がやってまして、実際の共振系を作っているいろいろな実験をやっておられた。ほとんどダフティング方程式の、今でいえば微分方程式の初期値問題を解くためのアナログ計算機みたいなことをやっていました。

何が起こるかという分数調和といいまして、その共振周波数の三分の一ぐらいの周波数のものに結構大きな振動が起こったり、倍調波がおこったりする。これが面白いのはその初期値問題といいましたけれども、**イニシアルコンディション**によってどういうところに行き着くかというのが非常に複雑である。こんにちカオスと呼ばれている現象です。ダフティング方程式の方程式の初期値問題、要するに到達する点が非常に区域がたくさんある、いろんなところに到達する。どこに到達するかわからない。初期値がほんの少しちがっただけでも、全然違ったところに到達する。ということでカオスとよばれた。

もう一つに非線形方程式で代表的なものはファンデルポールという方程式です。これは何かというと発振器です。音はさっき衣擦れの音が起こるといいました。衣擦れの音が起こるとか、バイオリンの音ですね、バイオリンはどうして音が出るのか。これも方程式はどうなっているのかということです。普通の発振器でも、電子管の発振器でもトランジスタ発振器でも何でもいいのですが、発振器というのは基本的に電源は直流電源しかないです。直流電源でなんとなく適当



な回路を作って発振を起こす。発振が起こりっぱなしでリニアな発振ではないことは確かです。線形系であれば、もし共振を使っているとすれば非常に小さな励振でもやがて無限大の振幅になる。そういうふうにはなっていないで、どこかで発振をして適当な振幅になる。これを自励発振という。そういうのはたくさんある。バイオリンの演奏も基本的にそうです。弓で弦を直流的に動かす。そこに引っ張って離れてという工学的にはそういうでしょう。リラクゼーションオシレーションといわれているものに近い、一つの発振です。発振器をあらわす典型的な方程式としてファンデルポールという人が研究した方程式があります。

ところがレイリーの“Theory of sound”を見ましたら自励形の方程式が直感的に書いてあるんですね。別に回路の方程式から導いたものではありません。こういう方程式があつてこういうパラメータを使用したら発振すると書いてある。ファンデルポールの方程式とレイリーの方程式はほんのわずかな違いはありますが本質的には同じ。えらい人というのは非常な根本的なことに気がつく。なかなかすごい人だなと思います。

ガリレオはこれも有名な話ですが、板の上にふたつ振り子時計を並べて掛ける。同じ振動を加えていくと、やがてその振り子時計はそろって振動するようになる。振り子時計の同期という問題です。振り子時計は確かに自励振動系だけれどもゼンマイは直流的な力はないと思いますが、それで振動をずっと続けるので振動系なんだけれどもファンデルポールの式とはちょっと違う。伝達作用の力で一つの発振器であることは間違いない。発振器がふたつうすくカップリングしていると同期というのが起こる。

もう一つ自励振動系でブランコがあります。孫を公演に連れて行くんですが、ブランコをこがせるのが結構難しいんです。ブランコはどういう発振系であるか。モデルはおそらく周期的な外力で押してやればそうですけれども、そうでなくて自分で適当なところから振幅を増してゆくということは、どうやって

起こりうるかということです。あれは基本的にはパラメータを変えています。振動周波数、単振子だとしたときにその長さを変えているという理屈になるから、それをみるとマシン方程式と呼ばれているものですね。振動系の中で0次のところの、要するに単振子の長さに相当するところに周期的な力、変化を与える。そうすると長さがある周波数で変化する。そうするとその周波数で振動し、もちろんブランコの固有振動数にだいたいあつた周波数でやらないと振動は起こらない。ただ、もしマシン方程式で解釈するとすると、線形系で非線形系ではない。いずれにしてもブランコの振動なども面白い。

## 5.2 生物工学研究会

なぜ、私が音声研究をやったかという理由ですが、昭和40年にこの校舎に引っ越して来て学生が増えたものですから、外から何人かの先生がいらして、その一人に加藤一郎先生、千葉工大にいらしたんだけど悪いけれどもこっちに来てくれと。もともと電気の出身の人で私と同じ研究室に居たずっと先輩ですけれども。あと機械で北辰電機におられた土屋喜一さん。わたしの師匠は高木純一先生で、社会工学の方でしたが、元々は電磁気のご専門で、等角写像といって大変面白い、単純といえば単純ですが、だれもやっていない技法をやっていたという方です。

高木純一先生その下に、加藤先生、土屋先生あとは大頭 仁先生、大照 完先生という応物系の先生と一緒に生物工学研究会というのをやっていました。生物はおもしろいじゃないか、それにまねしたような研究はできないだろうか。当時話題になったのは、空の高いところからトンビが地面見てえさを見つけるじゃないか。そういうものは機械で実現できないかという話ですとか、まあ色んなことを想像して、話をする研究会だったのです。アメリカの文献を読んだりだとか、そんなことやってたのですが。

文献研究や雑談ばかりしていてもしょうがないから、なにか作ろうということになって、ロボット作ろうと。たまたま科研費

がもらえたので、二足歩行のロボットを作ったんですね。当時としては結構大きなもので、かなり重量があったので倒れると危険なんですね。だから上からロープで吊って絶対に怪我しないように考えてつくったロボットでした。これには目をつけたりですね。私は何もやることが無かった、なんかやれと、じゃあ耳と口ぐらいやるかという多少いい加減な気持ちから、じゃあやりましょうとやったのがWABOT1です。1960年代の終わりから70年くらいにかけてそんなものを作りました。これの音声入出力、今から考えれば音声対話型ロボットです。

当時音声関係の研究は日本は非常に盛んで、世界の中でもトップを行っていた。その中でも非常におおきな部分を占めていたのではと思います。そのころの先輩方にはすごい先輩がたくさんおられました。研究所でいうと、電波研、日立、KDD、NTT、NECさんとか、大学では京都大学、東北大学 東大、他にもあったかもしれませんが、そういうところがほんとに張り切っていました。

ぼくらはやってない、伝統がないから、WABOTやったけれど音響学会に登場するのは、憚られるというか、学問的にはしっかりしたことをやっているんですよ皆さん。ぼくは要するに音声対話系をやればいいのだから、なんかやりましょう。しかもお金がないから、いい加減といちゃ悪いけどできる事をやるということでやったんですけれど。今から思ってみれば結構頑張ったなあという気がします。

### 5.3 世界の音声研究

もちろん、その頃すでに偉業があります。ここで出てくるべき人、世界で言えばスウェーデンのファントさん。この先生は、声道の形状の共振特性というものから、どんな風に声道、口の形が変化すると、フォルマントの構造はどんなふうになるかなどということ、徹底的に調べ上げた立派な研究者だったんですが、この先生の著書は正に我々にとってバイブル的存在でした。

そして大きいグループをひきいてやっておられたのが、ベル研のフラナガンさんで、音声研究の当時まさにトップを行っていたのだと思います。日本も一緒に色々な研究をやっていた。

音声研究の中でできたもので、一番はなばなしかったのは、1939年のニューヨークのワールドエキスポフェア、今でいう万博ですよね。そこで、ベル研が並べたアナログのVoder。これは真空管式で、共振特性を作ってそれを鍵盤みたいなもので操作してそれで喋れるようにした。それを訓練して英語で喋れるようにした。なんと行ってたか忘れましたが、怪しいんですよ、これも。でも英語はイントネーションでもっともらしく聞こえるんです。でそういうようなことが出来た。まだ保存されているんですかね。そうとう後まであったらしいですが。1940年、翌年もサンフランシスコでやったんですが、これはおそらく音声のデモンストレーションの中では、ピュアなデモンストレーションの中では、最大のものだったでしょうね。エポックメイキングといひましようか。

### 5.4 WABOTの音声入出力系

WABOT1の音声系、これ全部ほとんどアナログ系です。フォルマントを抽出する部分も怪しいけれども回路でとにかく、測定する。それから、さっきのVoderじゃないですが、合成機はもちろんアナログICはありましたけれども、これを使ってFETの非線形性を使って乗算をやっていますね、これでフォルマントを動かす。これが、なかなか安定して動作してくれないんですね。けっこう厳しかったんですが、一応できた。

まあそんなことで、アナログの回路で母音の認識、フォルマントの測定ができた。ただ、これが人によってフィルターの設定がむずかしい。一人の人がやっているぶんにはわりと上手くいくんだけど、話者が変わっちゃうと非常にきびしい。まあ設定を変えなきゃいけない。でもまあこれで認識、先ほどの合成もできた訳です。後は適

当に雑音を処理して、若干の計算機使っているんです。

色々出てくる特徴量を画一的に扱ったのは、今のHMMではないんだけど、少なくともマルコフ過程を使っていたという意味では全く同じだと。最適化も全部DP使っ

て解いていましたから、そういう意味では現在の音声認識システムといわれるものと基本のところは同じだったなあと、今にして思えばそう思います。

それから動作をやらせる。聞き分けたことによってロボットを歩かせたり、止めたりするんですが、ということは、認識が少しぐらい間違ってもやる動作が期待通りであればよく、ロボットが人間が言ったことを結果的によくなるように理解をすればよい。ということでその当時使われた言葉は、音声理解系、Speech understandingがある。要するに音素を完全に認識したり単語を完全に認識することは難しいけれども、意味がわかればいいじゃないかというような考え方です。この系はそのような考え方に基づいている。一応動いたんですね。一応ロボットを少なくとも歩かせるぐらいのことは出来た。まあ威張って言えばリアルタイムで動いたということですよ。

リアルタイムで、デジタル計算機で動かすことは、ほとんど不可能。もちろん、いまの技術にとってはなら何の問題ないけれども当時は大変でした。メモリがたった8KBしかないミニコンで、コントロールの部分だけやる。そんなのが、私の一番最初の音声とのつきあいでした。

### 5.5 音声生成

そんなところから始まって、日本にも素晴らしい研究者がおられるわけで、そういうのに比べていい加減なもの作ってもまずいので、もうちょっと音そのもの基本をやろうじゃないかと始めたのが、音声系の生成を一つ一つ作ってみようというので始めたのが調音モデルであり**エクステンション**というようなこと。あるいは子音がどういうプロセスで出るのか。雑音、摩擦音がどういう条

件下に起きるか。ちょうど計算機でできるようになって大型計算センターでその計算をやるんですが、パラメータの設定間違えら

### 5.6 M. R. Schroeder

ここのところでもうひとり偉大な人ができた。声道のモデルを作っていて認識の問題を考える。法則作りですよ。モデルをつくって調音状態、なにか喋っている状態を測定しようじゃないかと、そういう考えをもった。そういうことをやろうと。シュレーダーさんというのは、この中にも個人的に知っておられる方もおられると思いますがMRシュレーダー。この方は私たちがそろそろ音響管の形についてモデリングをやろうと思っているちょっと前に**単純に等価音響管という考え方で・・・**まったく草分けなんですよ。ほんとにすごいと思いました。

私たちは一応、調音モデルに基づいて、発声がどういうふうになっているか？逆推定する。音響から、音響といっても周波数を分析したりするわけですがスペクトルから音響状態、発声状態を推定する。これは菅田先生なんかはかなりしつこくやりました。最終的に完璧にはいかなかったのですが、そこそこ推定することができました。

これは非線形な最適化問題ではなくて、しかも**多項制**だということから現在も繰り返し計算でやるのはものすごくたくさんあるので、そういう意味でも我々にとっても非常に面白かったなと思います。

そこでシュレーダーさんにはほんとに驚きました。日本にも何回もこられて講演をされて、このなかで音声とは全然違う話で、これは音響の話でシュレーダーさんがやったのはディフューザですよ。あの人は本当に頭のいい人で数論というのがあるんですが、その応用として音の拡散装置ディフューザなんです。どうしてそのようなことを思いついたかわからないんだけど、音声とは違う、純粋数学みたいな所と音の現実的な部分とがそう簡単に結びつく話でもないだと

うと思うんですが、すごい人だなとそのときも思いました。それだけではなく今さかんに使われている音声の符号化。符号化も延々ときたわけですが現在CELPという方式が使われているわけですが、それも一番最初にやったのがシュレーダーさんで、あの人は本当に天才だなというふうに思います。

## 6. 音が開く文化

音との関わりは生活の中でどうなのか、大学と音との関係というのはどうなのか。大学もいろんな音が無いといけません。今、盛んに留学生もいていいじゃないか、いろんな文化があつていいじゃないかとまさにそうなんだけれども、音の空間、これは豊かでなくちゃいけないということは間違いないですね。これから音をどう考えていくのか。とりわけ、最近の端末、携帯機。電車の中で携帯電話がしゃべらなくてもメールですむようになったのが静かになったのはありがたい。よろこんでいると、僕もそうなんですけれども電車の中で電話を絶対掛けて掛けちゃいけないか、掛けている人を見ると面白くないんだけど、自分が掛けたいときは掛けたいと思う。そういうわがままな気持ちがいつもするんですけれども。

どうなんだろう要するに文字化した情報、もう一つは画像の情報、それからわれわれがいつも使っている音声、音によるコミュニケーション、コミュニケーションだけではないけれども、音声というものの本質的な違いですけれどね。やっぱり音がないと、もちろん文字で表されている文学があるんですからまさに文化の粋ではないかという感じもするけれども、音というのはこれまであまりにもたくさんあつて抽象的にならないから、記録というのは無限にあります。もちろん今やどんな長い音でも普通われわれがしゃべれる範囲の音であつたら全部記録してもあふれてしまうわけではない。そのくらいすごいストレージができた。品質も高性能で録ることができるという時代なんだけれども、しかし音というのは基本的に、記録よりは瞬間瞬間に発せられて、そこで同時に何人かの人が

1対1であつたり1対多であつた、互いに聞いたり、空間を共有するということが音の本質ですよ。

昨日、サントリーホールで音楽聴いたけれど、これは1000人を超える人が同じオーケストラの音を共有する。もちろん映像も映画館で見られるじゃないですか、そういうこともあるけれども生身の人が演奏して生身の人間が一斉に共有する。これは音でなきゃ多分できない。そのクオリティを含めますとね。そういう意味で音というのはまさに文化の全部とはいいませんが、非常な大きな中心になるのではということ間違いなと思います。

人類にこの聴覚というか音という物を与えてくれた。音というものが自然界に発生したから受容するために人間の聴覚もほかの動物たちと生物たちと同じように聴覚を持った。ヘルムホルツではないけれど非常に優れた聴覚というものを与えられて、今日こんなに高い文化生活というものを音を介して享受できる。これはほんとに人類にとってもありがたいことだし、研究者、われわれにとってもありがたいこと。

音声認識もやらなきゃいけないことあるでしょう。合成ももちろんあるでしょう。でもそういうものは文化とかそういうものと相当に密接に結びついてきている。クオリティも非常に高いものがでてくる。山崎先生のやっている1ビット処理もそうでしょう。デジタル信号処理の猛烈な発展いうことになってくると、思いもかけないいろんな技術がこれからも本物になっていきますし、なっていくんだけれども一方で文化性みたいなものと我々どういうふうに行くか、音と文化と一緒にいる時代が今まさに来ています。

例えばコーディングの世界を見ても、我々一生懸命電話のコーディングをやってきました。がそういうものからきている系統の標準と、私もちよつと関係したけれどMPEGみたくなところからきている標準化のやり方と今やたぶん合体するでしょう。もうすぐ。そういうふうに技術というのはどんどん変



わって行ってみんな一緒になっていくし、しかも非常に高度な、どっちかという文化性みたいなところからきたものと技術が大きく結びついていくという時代にいくのではないかと思います。

たとえば教室の音響はよくない。小学校の教室はまずいですよ。ああいうところの音響とか環境条件をもっともっと改善しないと、われわれの耳も鋭くならないし、生活も楽しくならないし、文化度もあがらない。ということは政治も良くなれないということになるんじゃないかと思います。

ご清聴ありがとうございました。