

kotasound

音の再生信号の研究

平成29年11月3日

コータサウンド株式会社

代表取締役 高橋 公太

- 講演内容
 1. 経歴と大学での思い出
 2. 卒業後の活動について
 3. 音に関する研究について
 4. kotasoundの理論について
 5. kotasoundの開発について
 6. 特許こぼれ話
 7. kotasoundデモンストレーション
 8. 質疑応答

以上



(1) 経歴と大学での思い出

- 経歴

埼玉県生まれの大阪育ち。

小学校、中学校、高等学校は大阪
東海大学工学部通信工学科入学

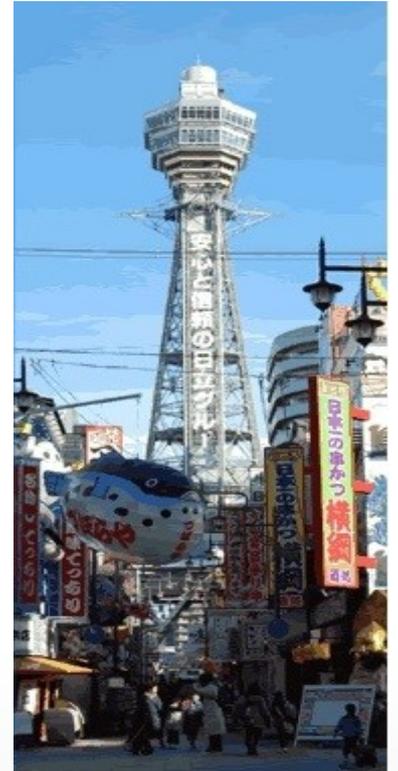
(ロールスロイスのエンジン、FM東海、大型研修船望星丸
グライダー、ヘリコプター、e t c)

00ETの00は1970年の00、1974年卒業。

在学中は東海みゅうじっくぷろじえくとで活動。

ミュージアムでは、PAを担当4年時には、第二代会長を務める。

創部当時は、ジャズオーケストラのシャープスアンド
フラッツや、渡辺貞夫と笠井公子のジョイントコンサートなど
かなりハイレベルなコンサートを企画して開催していました。



(2) 卒業後の活動について

- 三菱機器販売株式会社（後に三菱農機株式会社）に入社
プラントエンジニア、産業機械サービス、ルート営業、産業機械企画サービス業務に従事。
- 株式会社アイエムに入社（1982年）
システム開発に従事。主にファームウェアの開発。
以降システムアート株式会社を設立するなどしてシステム開発に従事。
- 主な開発システム
音声認識電話、広告管理システム、波浪統計システム、火力発電所バーナコントロールシステム、給配電制御システム、CAD/CAMシステム、工具衝突防止システム、レーザーディスクコントロールシステム、TV監視システム、TV教育システム、有料放送課金システム、生命保険携帯端末システム等多数開発。
- その他
品質保証、システム監査業務。システムエンジニア新人教育（2ヶ月250時間）等対応。



(3) 音に関する研究について

- 音の再生信号の研究と経過

以前からオーディオマニアであったため、大学在学中は音に関する活動をしたいと思いミュージックプロに入部しPAのパートを担当して建学祭等で音出しの活動を行っていました。

ミュージックプロ（東海ミュージックプロジェクト）

は、望星会に所属する同好会でした。

創部時は、シャープスアンドフラッツ、

渡辺貞夫と笠井公子のジョイント、ユーミン、

海援隊、ペドロアンドカプリシャス等々

大御所ミュージシャンが多数公演していました。

これらの活動にかかわっていった深層心理には、

音に関するある種の執着が当時からがあったように思います。



(3) 音に関する研究について

- 音に対する執着と疑問

永年オーディオの音に不満を持っていました。

具体的には、バスドラの生音は”ドスドス”

聞こえるけれどもスピーカから出てくる音は

”ボコボコ”いう。ハイハットは”シャンシャン”

いうのに”ペシャペシャ”と聞こえピアノの高い音

が生は”キンキン”いうのに”コンコン”と聞こえる。当初これらの原因は、安物で聞いているからだと思っていました。コーラルのFLAT 8であるとかダイヤトーン
のP-610であるとか箱を自作して自分のセットを構築していましたが満足するもの
ではありませんでした。そこで高級品のセットのデモンストレーションがあるとそ
れを聞きに行くなどしていましたが一本数百万円のスピーカや500万円もするア
ンプなどのセットを聞きに行っても場合によっては自分の持っているP-610のほう
が**いい音で聞こえたり**してどうなっているんだと思っていました。



(3) 音に関する研究について

- その疑問と思いは、部活を行って増々大きくなっていました。私の卒論は、真空管アンプの音とトランジスタアンプの音の違いというものでしたし何とかして問題を解決する手段がないものか卒業後も悩み続けていました。そして卒業後20年近くたってどこか間違っているのではないかという思いにたどり着きついにその思いは、何か必ず間違っているという確信に変わりました。この疑問が確信に変わったことでその後の対応方法に大きく影響することになりました。

どれを聞いても
同じような音がする

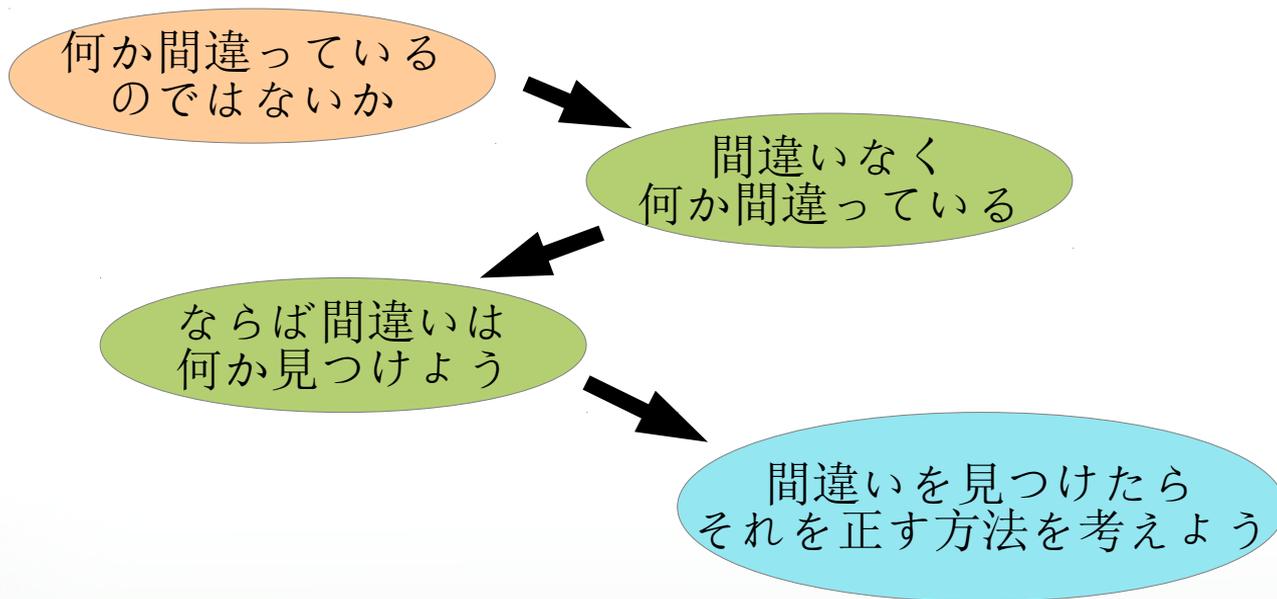


ひょっとすると何か
間違っているのではないか?

(3) 音に関する研究について

kotasound

- 疑問が確信に



(3) 音に関する研究について

kotasound

- 間違いはどこかを探すためにオーディオをシステムとして捉え**定量的に検証**することにしました。

定量的に検証するとは、スピーカの振動板に重さを与え、ボイスコイルは何ミリヘンリーか決め、磁気回路は何ガウスか具体的に値を与えてどのように動くのか計算してみようというものでした。具体的なオーディオシステムとは次の図のようなものを考えました。基本的には、アレキサンダーグラハムベルが電話機のテストを行った時のものに似ています。

- この時のベルの第一声は、”ワトソン君こっちへ来てくれ”でしたが。どうしてワトソンを呼んだのでしょうか？

(4) kotasound の理論について

kotasound

検証した基本システムマイクロフォンの振動板に微小な時間一定の力を与えるとマイクロフォンの振動板は停止した状態から一定の加速度を持って運動を始めます。

例えば、手にボールを持っていたとするとボールには 1 G の一定の力がかかっていることとなりますが、手を放すと静止していた状態から一定の加速度で落下していきます。これと同じことがマイクロフォンの振動板にも起こりその結果マイクロフォンの出力の電気信号は、次ページのように図2のようになり、この信号を増幅してスピーカを

駆動しようとしても同じ振動を再現できないことに気が付きました。

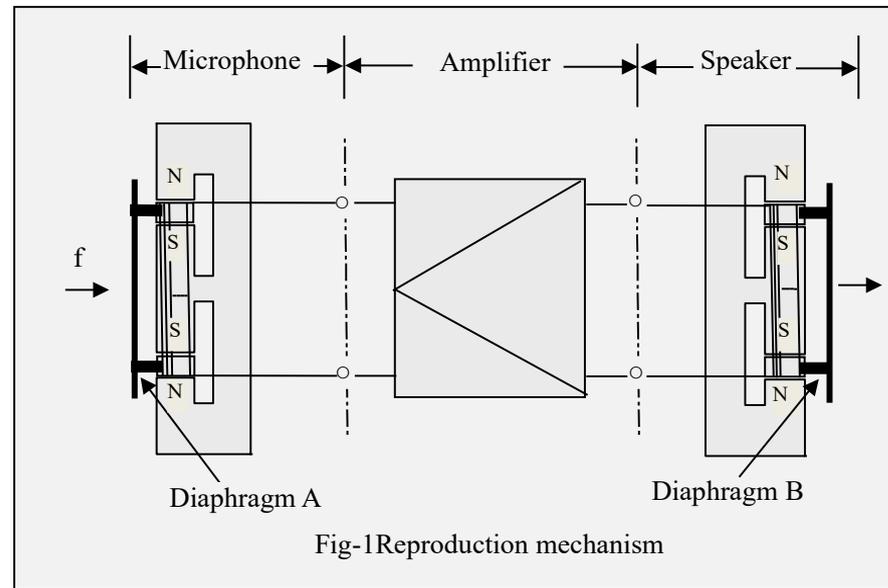


図 1

(4) kotasound の理論について

kotasound

- 与えた力は、図2のように微小な時間一定の力を与えます。
すると、振動版の動きは図3のように一定の加速度を持って運動を始めます。

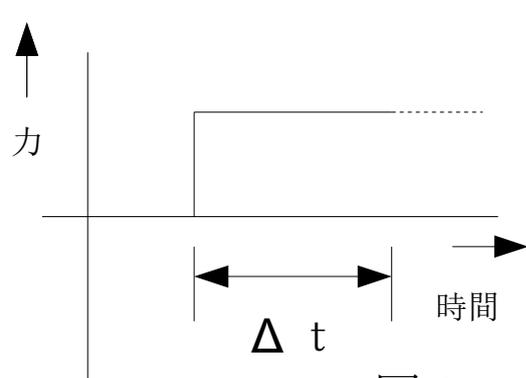


図2

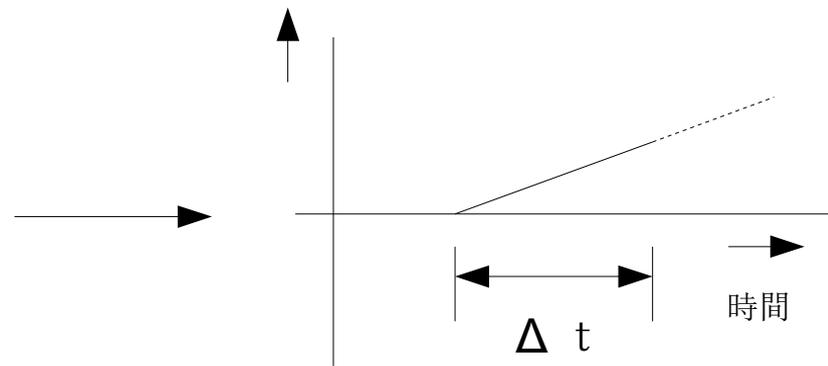


図3

こうなると、元の振動を再現する為には、音の信号から重さのあるスピーカや空気自体を駆動するための力の変化の信号を計算しなければならなくなりました。

(4) kotasound の理論について

kotasound

- ニュートンの運動の第二法則について

$$F = \frac{m}{dt \cdot t} (v t 1 - v t 0)$$

この式を使用して信号の変換を試みました。

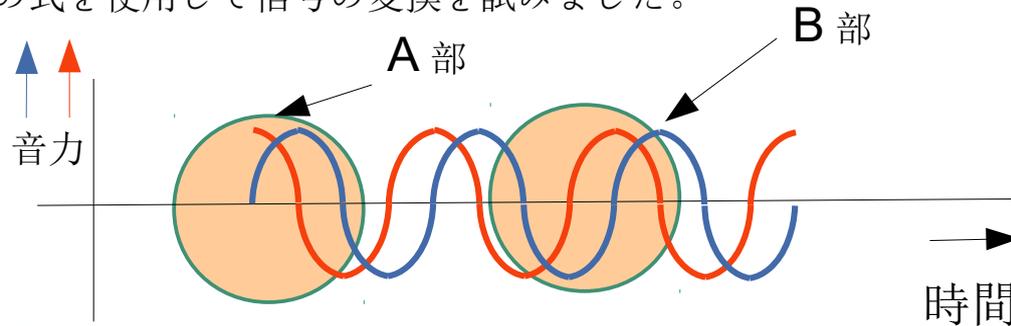


図 4

- 青の線は音の信号を表しています。赤の線が音の信号から重さのあるスピーカの振動版を動かすための力の信号です。

B 部だけ見ていると単純に位相が 90 度ずれているだけのように見えますが、A 部のように動き始めに必要な大きな力が信号として生成されます。この立ち上がりの鋭い信号は周波数成分的に高い周波数成分を持っているため低音のウーハを駆動するために生成された信号でも立ち上がりの鋭い信号ができるためネットワークがあるとその信号がスコカやツイータの方に回ってしまうため効果がなくなってしまいます。

(5) kotasound の開発について

kotasound

- 当初は、DSPの性能の良いものを入手することができなかつたためパソコンに音楽データを取り込んでファイルにし、ファイルの中のデータを処理して：信号を変換するしか方法がありませんでした。ところが、微小な信号になってしまうことからS/Nが非常に悪くなってしまい、音自体のメリハリがよくなることは確認できたもののこの方式の優位性を証明することは困難でした。そこからまともに再生できる機器を作成するまで十数年かかってしまいました。
- 試作した機器は7種類以上にも及びました。最初に使用したDSPは固定小数点のもので、変換処理を行うと変換精度が十分に得られずおかしい音しか生成されませんでした。



(5) kotasound の開発について

kotasound

- さらに、浮動小数点のDSPを使用しアメリカから高性能なA/DとD/Aの基盤を取り寄せることができたためこれを使用してプログラムを作成したところやっとS/Nも十分確保できる装置を作ることが出来ました。

しかしそれでもこの装置は、従来の方式と新しい方式とで切り替えて聞くとよく聞けば奥行きがはっきり広がることがわかるというものでした。

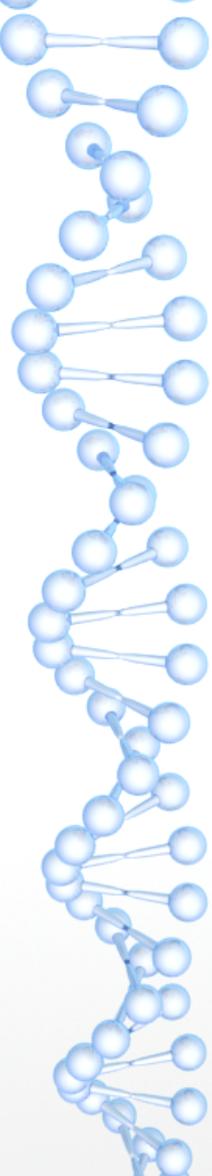
この時点でよく聞かなければわからない。という機器だったわけです。

私がこの問題に取り組むときに感じていた不満を払しょくするにはまだ何か足りない状態でした。

- いったいこのさらに足りないものは何か？ これを見つけなければ、自分の目的は達成できない。

そこで、どうしても追加しないとならない処理を考えていたので思い切ってその処理を追加することにしました。この時点で最初のアイデアを特許に出してから17年以上経過していました。

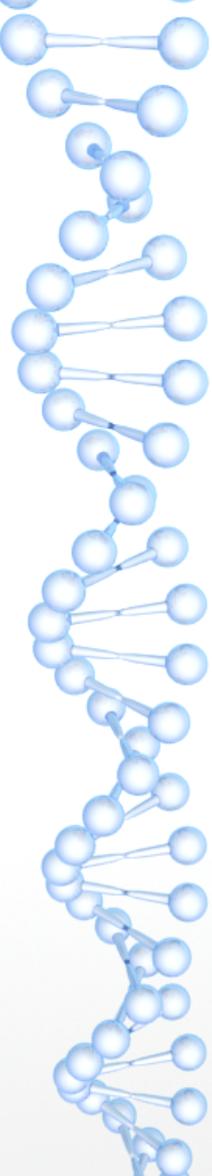




(5) kotasound の開発について

kotasound

- それは、**空気を押し出す方向とその逆の止まろうとする方向には力のかけ方が異なる**ためこの力のかけかたの違いをソフトに組み込もう！というものでした。
- この処理を追加したところ驚くようになりニアでクリアな再生音を生成することができるようになりました。
- 客観的に測定するなどする必要がありますが、聞こえなかった音が聞こえる。はっきりわからなかった低音の音程が分かるようになる。明らかに空間の広がり分かることからより精度の高い再生がおこなえるようになったと考えます。
- なにより**自分が当初不満に思っていたことがやっと思拭できる音に巡り合ったという実感が得られる**ようになりました。
- 口径の小さなスピーカでも明瞭に低音が再生できます。



(5) kotasound の開発について

kotasound

- これ以上の改良について
課題はたくさん発見していますので対応すべきものはまだまだありますが、録音の良いものとそうでないものまた、マイクアレンジ（マイクで音を拾う拾い方）のほうが大きく影響することを確認していますので、新たな課題に対応しても違いがほとんどわからないような状態になるのではないかと考えています。
- これで、私の目標としていたことは達成できたという思いになりました。

(6) 特許こぼれ話

kotasound

- 特許申請と弁理士の先生

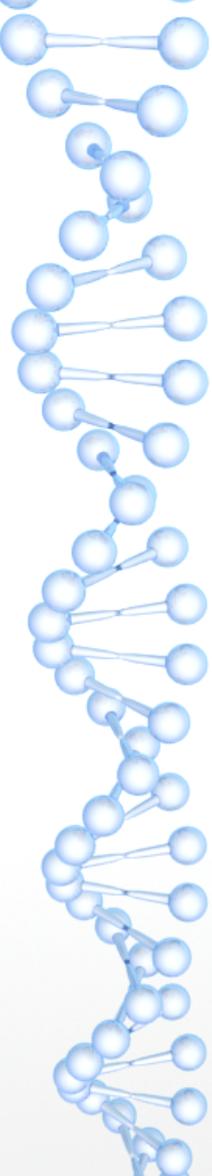
kotasoundの特許ですが、日本国内向けの特許は昨年2月に自分で申請し、昨年9月に特許事務所のほうから審査請求を行うと同時に記載事項を改訂しています。

請求項は、8件となっています。さらにPCT（国際特許手続き）は今年の8月に完了しています。

- この特許申請ですが、最初の方法は自分で出すしか方法がありませんでした。なぜかというところ、東大出の工学博士の弁理士さんは私の話は一切聞かず20年前に出願した最初の特許申請書について自らの持論を展開して特許とれないと言い張る始末でした。今回出そうとしている特許の話は一切聞かずに・・・これには、さすがの私も参ってしまいました
- 仕方なくハンコだけつけてくださいということが頼める女性の弁理士さんを見つけ、ハンコだけで5万円をお願いしようとしたところ当初OKだったのですが、自分が理解できないことから知り合いの弁理士に協力を求めたらしく”書き直さないでだめだ。20万かかる”と言ってきました。さらにアメリカ特許に関する手続きなどは、国際特許事務所と言いながら私の方がよく知っているという状態だったためお断りしました。
- そして3人目でやっとまともな弁理士さんに巡り合えたことになります。

(6) 特許こぼれ話

- 3人目の弁理士の先生は、アメリカの弁理士の資格を持っている方でした。このため、アメリカに特許出願する場合、この先生にお願いすると日本国内で日本語でお願いすることができ手数料も格安でアメリカに出願できることとなります。当初アメリカ出願をお願いするつもりでコンタクトをとったのですが、私が出願した特許書類を見ていただいてアメリカへの出願を受託できるか判断します。とのことでしたが、資料をみてから受託できますとの話でしたのでお願いすることにしました。
- このことで、私はようやく本当に理解していただける方と巡り合ったと思いました。



(7) kotasound デモンストレーション kotasound

- 葉加瀬太郎のバイオリンとピアノの曲
- トロンボーンのセッション
- 大河ドラマのテーマ曲
- 松任谷由実のボーカル
- モダンジャズ
- オーケストラのクラシック

etc を kotasound とノーマルな状態で切り替えてお聞きいただきます。

装置は、ボーズのアンプ、フォステクスの FX120、パナソニックのポータブル CD プレイヤーと kotasound 信号変換 DSP です。