

音との付き合い 70 年～(その 6)ベンチャー時代

NH ラボ株式会社

中島 平太郎

1. プロローグ

「スタートラボ社長を辞められたのはまあよしとして、家の中でのほほんとしていてはボケます。粗大ごみで邪魔になるだけ」 - CD 開発を共にしてきた井橋孝夫氏苦言 - 「光の次も光」とカッコの良い言葉と仕事をありがたく頂戴したが、その中身は雑用だらけ。「少なくともその半分は背負って戴かないと困ります。私の横に貴殿の席を用意したので、ここで仕事のシェアをして下さい」 - 井橋さんのオフィス 40～50 人の約半数近くの人が CD 開発をともした間柄の人達。気安く話している間に何時しか井橋ペースに乗せられてしまった。

そうしたある日、脈診研究所の高島充君が来所。「昨年亡くなられた井深大氏の脈診の仕事の一部『非接触でひとの脈と心拍を測るセンサー』を開発した。それを使って商売したい。井深亮さん（大氏の長男）と仁田新一東北大名誉教授と貴殿と 4 人で MI ラボ（Masaru Ibuka Lab.）を作りたい。仕事自体は企画から販売まで自分がやって迷惑はかけない。毎年秋に『井深メモリアルシンポジウム』を東北の地で開催。そこでビジネスモデルの紹介をやる。その会合の司会役を私に、夜の懇親会のホストを井深亮さんと仁田さんをお願いしたい。要は金集めと人集めを我等 3 人をお願いしたい」 - 成る程よく考えたものだ。私は脈の商売にはあまり興味は感じなかったが、「ひとの呼吸と心拍の検出」という具体的行動に魅力を感じ高島君の提案に乗ることとした。

スタートラボの社長をしていた井橋孝夫氏が定年で退職したのを機に（2006 年）、「R」ビジネスの拡大とシステム化を柱に光ビジネスの展開を軸に新会社構想を企画していた。時を同じく太陽誘電の開発部門でコンデンサや「R」のシステム開発と強化とがうまくかみ合っただけで両社で合併会社設立の運びとなった。新会社はビフレストック（BI-FRontier of Strategic TEchnologies）私が会長、井橋君が社長。20～30 年のキャリアをもったソニーOB エンジニア 10 名で新会社発足となった。事業内容は「R」のビジネス化、高能率エネルギー利用技術を中心に新規ビジネス何でもありでスタートした。

2. MI ラボ

(a) ビジネスモデル

信号検出用空気パッドを寝台内に設置し、寝ている人の呼吸と心拍を測る装置 - ひとの身体を拘束しないで測れるのが特徴 - を開発^{(1) (2)}。これを使って思いつくままビジネスモデルを設定する。（図 2-1～図 2-3）

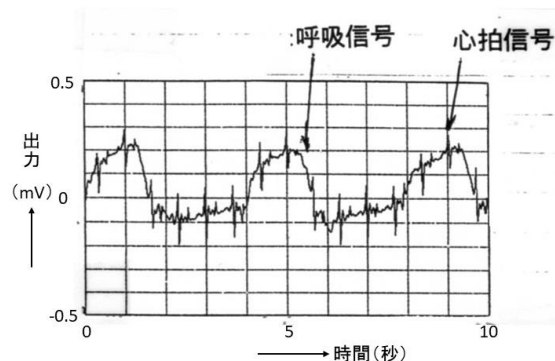


図 2-1 薄型の空気室による検出信号

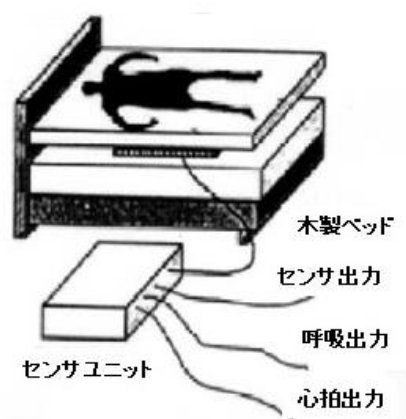
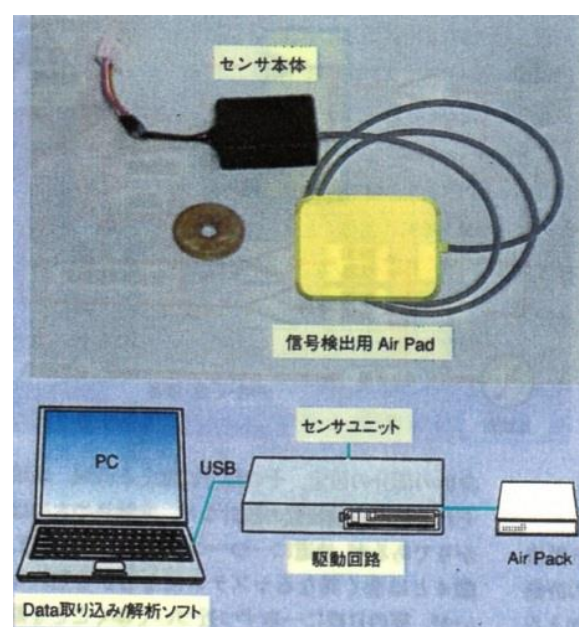


図 2-2 無拘束で体内音検出する方法

- 眠気を催すと呼吸状態が変わるのをキャッチして運転手の居眠りを未然に防ぐ方法(図 2-3)
 - 睡眠中に発生する呼吸、心拍の変化を検出する無呼吸症候群の検出
 - 呼吸の乱れ具合から病人の挙動把握
- など想定してシステムを構成する。問題は着目する呼吸や心拍の変化検出アルゴリズムの設定。その個人差や同一個人でも置かれた環境での依存性の処理がポイントのように思われた。試行錯誤を繰り返しながらのビジネスモデルの制作。最初の1~2年は大変だったが、数年後からは結構買い手が現れたようだ。



2-3 呼吸と体の動きの検出

(b) 井深大メモリアルシンポジウム

上記ビジネスのシステム紹介と実演の場であるシンポジウムの基調講演の題目に私は生体音とも深くかわりそうな「ゆらぎ」をテーマに設定した。

① 音のゆらぎ

森羅万象の自然界、楽音や騒音などの人工音、人の脳波や心音の体内音はすべて時間的にゆれており、その物理的表現に音響スペクトル(図 2-4)を見ると、それらの基本的性能は $1/f$ ゆらぎとして広く研究されており⁽³⁾⁽⁴⁾ 定性的には現象の解明を中心に種々の知見が発表されている。

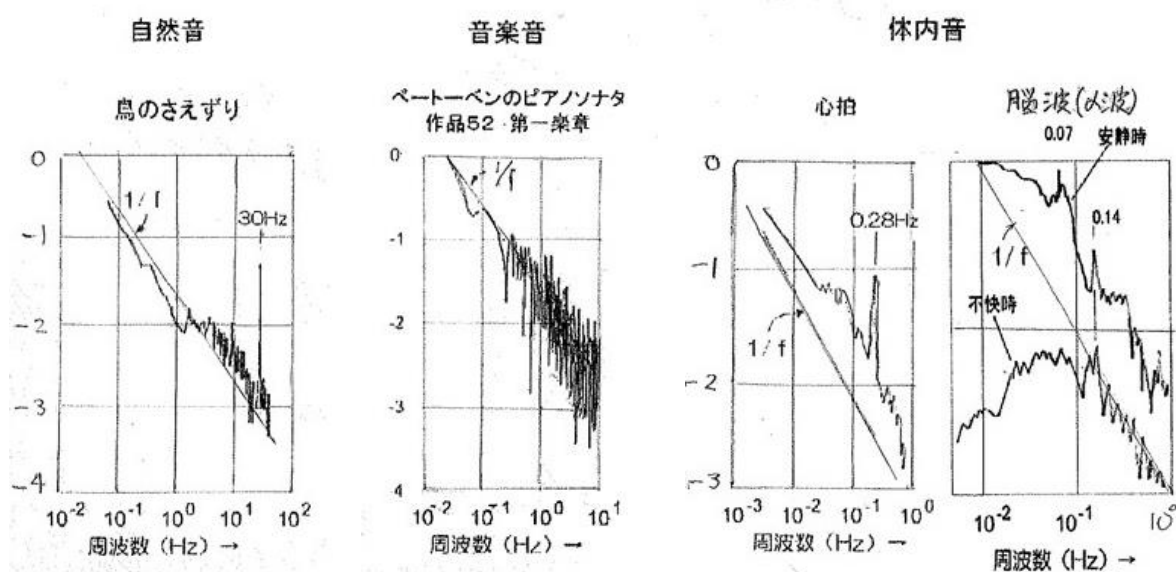


図 2-4 各音源のパワースペクトルの例

② 自然音や人工音の揺らぎが体内音に及ぼす影響

それぞれの快適 $1/f^1$ 、不快音 $1/f^0$ がおおむねそのまま体内音に影響すると仮定したいが、そもそも前に遡って快適、不快の $1/f^n$ ($n=1$ 快適 $n=0$ 不快) の領域は $n=0$ と $n=1$ の中間の $n=0.5$ かその近傍なのか、あるいは？ (図 2-5)

ゆらぎの生成 $1/f^n$

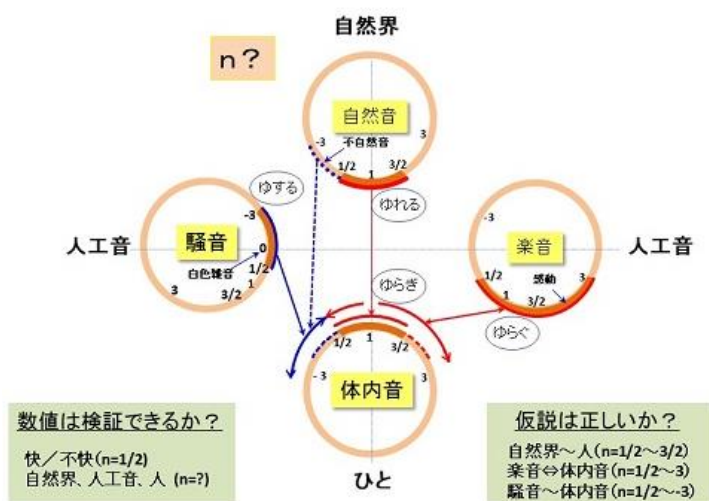
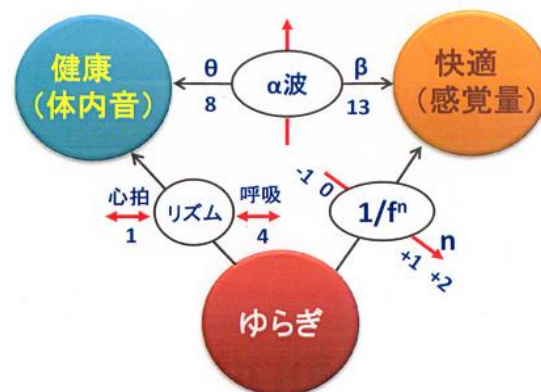


図 2-5 ゆらぎの生成

図 2-6 快適と健康をつなぐもの
～ゆらぎを介して

整理しようとするれば次の疑問にぶつかり、これは大変難しい。わが手に負えないテーマを取り上げたのではないか。私はゆらぎの入り口に立って戸惑うばかりであった。(図 2-6)

3. ビフレステック

(a) 「R」ビジネス

ビフレステックの「R」ディスクビジネスをユーザの観点から考察してみた⁽⁵⁾。

① 抜群の操作性を求めて操作性の再整理すると

- パソコンの不得意な人も使いこなせること
- 最適な情報選択、迅速な検索システムの提供
- 著作権処理、特許処理などの援助

② 最適な「R」ディスク制作システムの提案

- 情報の質（音楽、映像、データ）、情報密度（赤外、赤、青）、情報の総量に対するアドバイスなどを提供する。（図 3-1）

すべての情報の効率的生産・販売システム

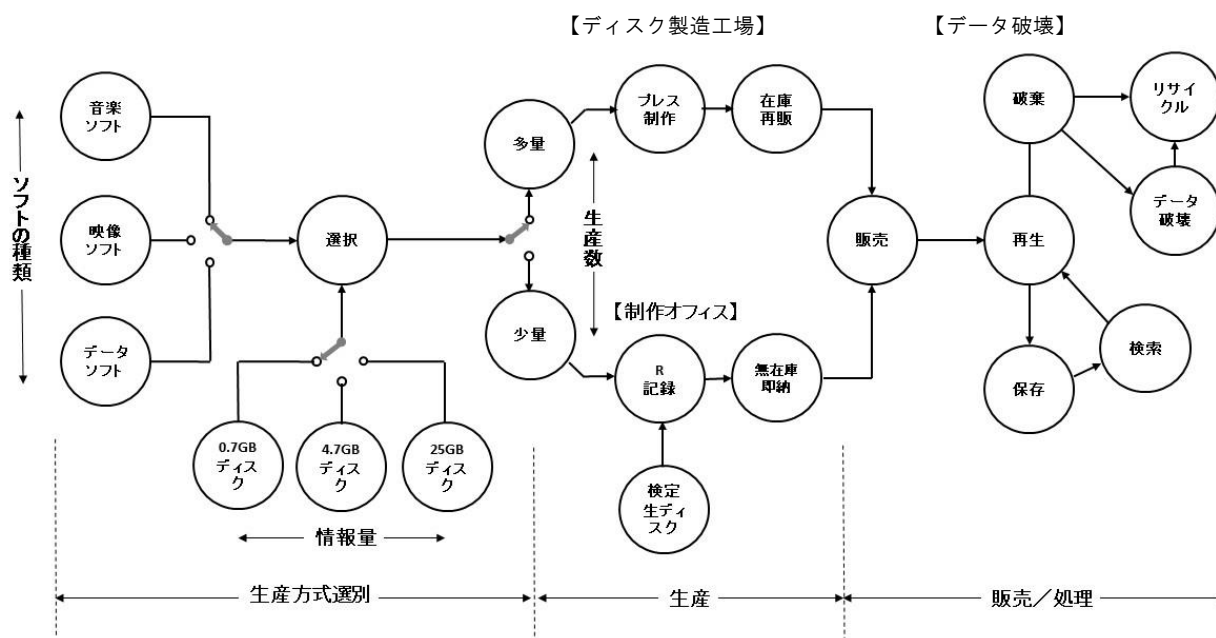


図 3-1 最適な「R」ディスク制作システムの提案

③ 情報の利用目的別対応（いずれも CD's21 ソリューションズ主導で）

- 永久保存目的・・・情報の寿命の推定
情報の迅速な抽出
- 一過性情報・・・情報の確実な破壊
リサイクルシステムの構築

(b) 情報の保護

- 光ディスクの寿命推定：光ディスクの寿命識別法
保存するディスクの置かれる環境温度 25℃に対する期待寿命 50～100 年を達成するディスク

の提供に関連して、寿命の推定を ISO、寿命識別法を NIST で規定し、それに適合するディスクを制作（大阪産業大学入江研究室に依頼）。（図 3-2～図 3-4）

光ディスク検証システム概要

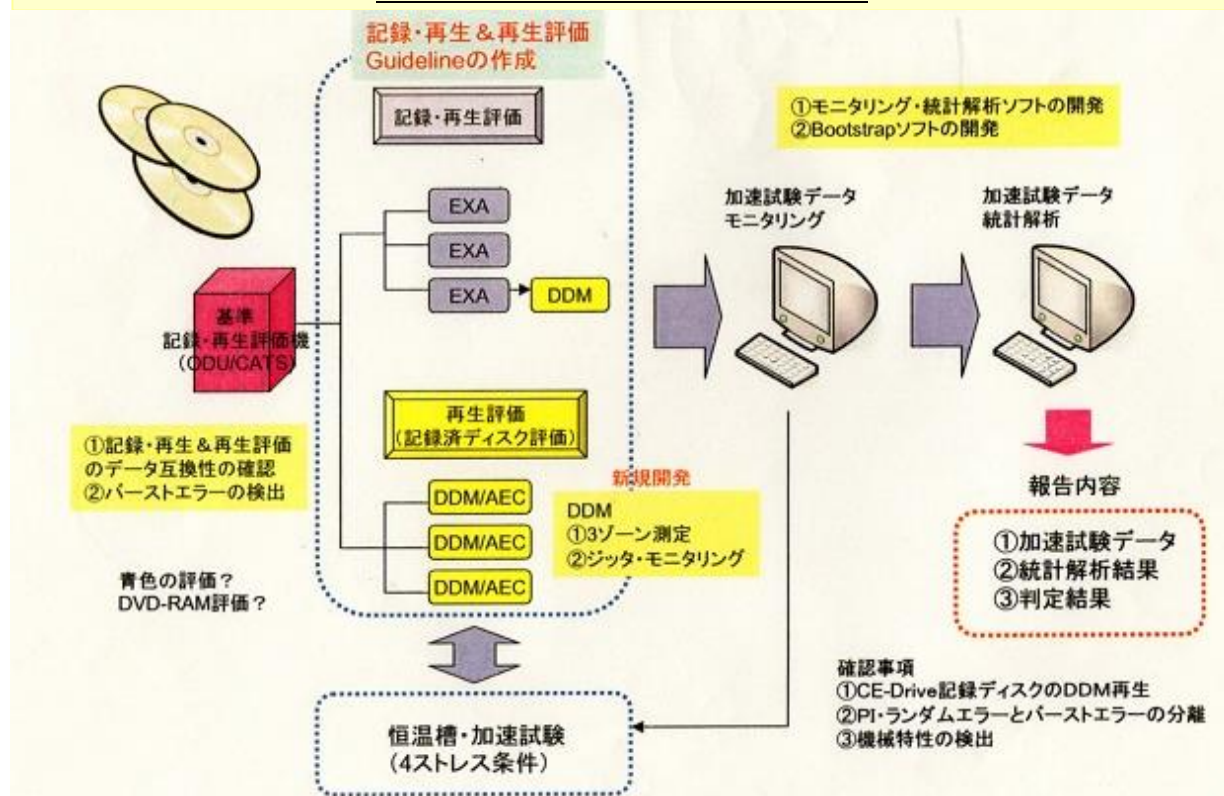


図 3-2 光ディスク検証システム

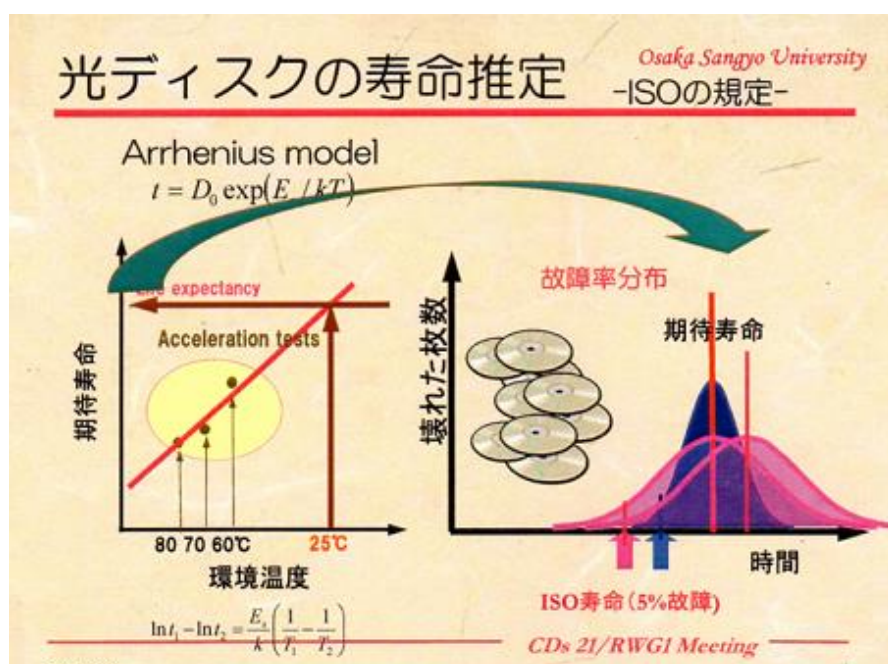


図 3-3 光ディスクの寿命推定

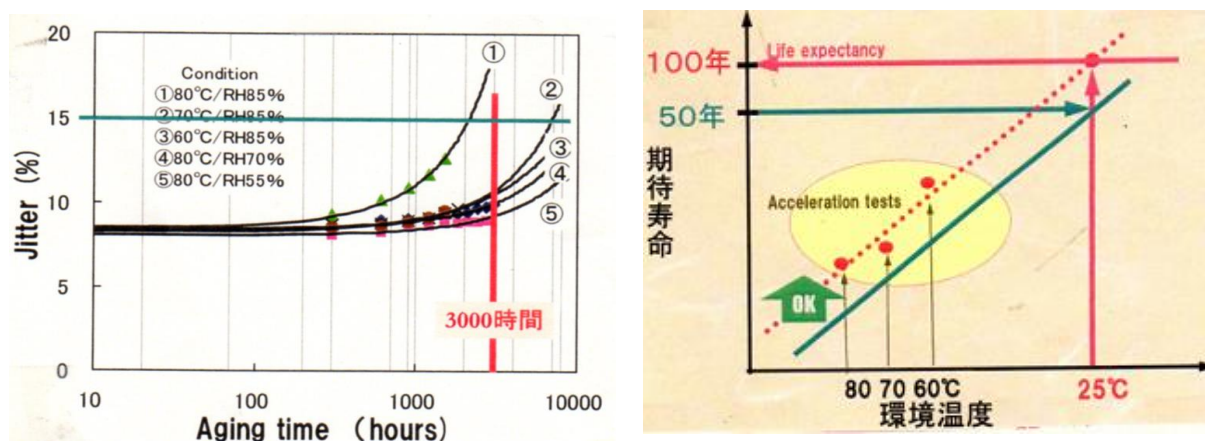


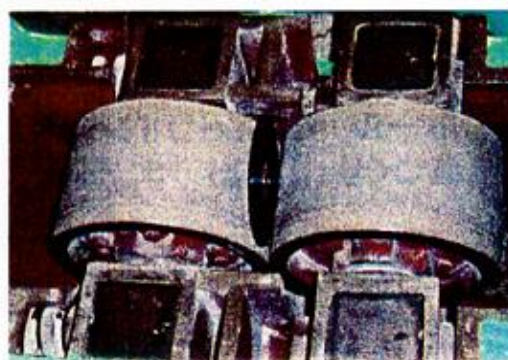
図 3-4 光ディスクの寿命推定法 NIST モデル

○ 情報保護を確保するための情報破壊技術の開発

機械的処理として反射面記録層を機械的に削除する方法で対応したがディスクの数量増加に対処するため新しい破壊方法として一括破壊方式やロールミルによる破壊方法が東京大学で開発された。(図 3-5)



一括破壊方式



ロールミルによる DVD 分

図 3-5 情報破壊技術

(c) 音場ひずみゼロのスピーカー開発 - よい音の最低条件

① スピーカーのひずみ

ダイナミックひずみ測定法を用いてオーディオを構成するコンポーネントのひずみを測ってみるとスピーカーのひずみが最も多いことが分かった。(図 3-6)

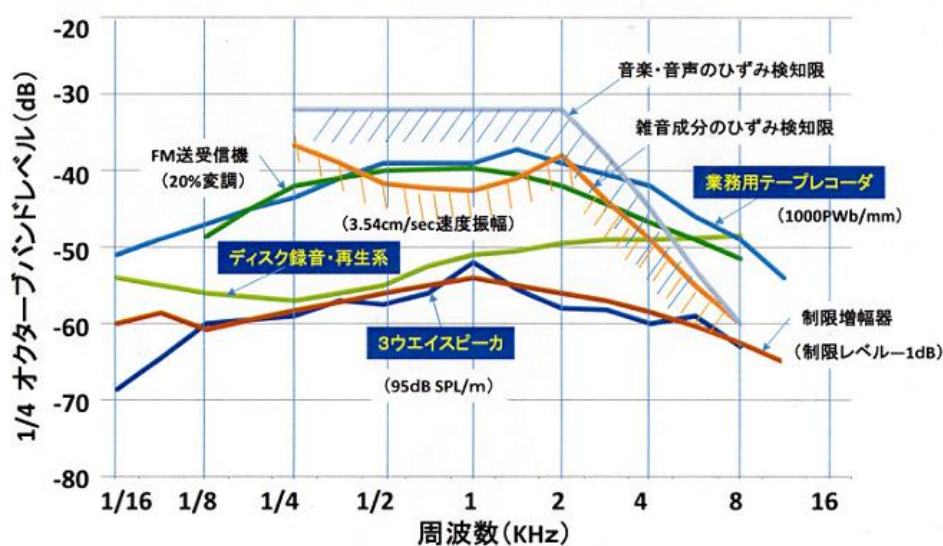


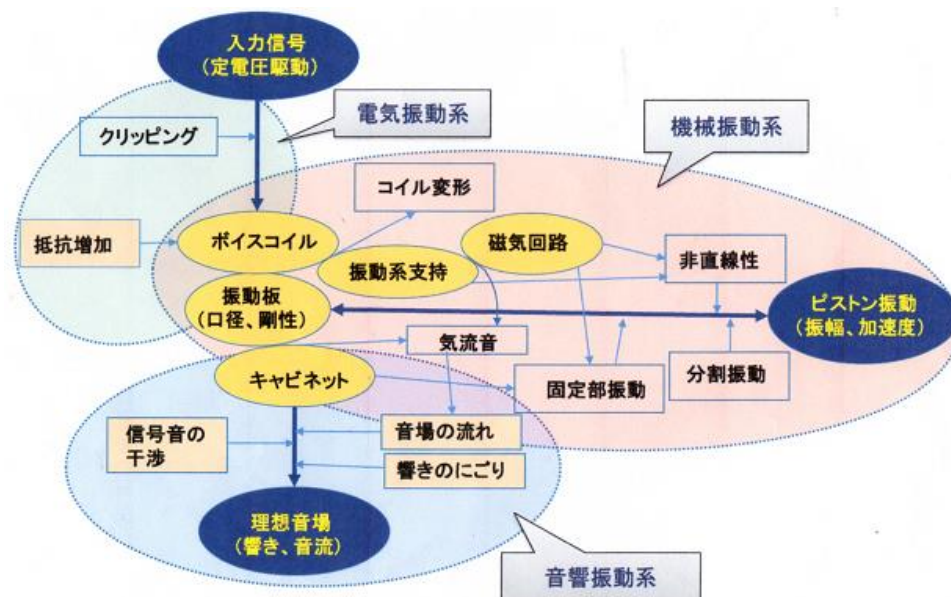
図 3-6 オーディオ機器のダイナミックディストーション

そのスピーカーのひずみを分析すると、大別して

- 1) 機械振動系のひずみ（ピストン振動からのはずれと駆動系や振動系の非直線による高調波ひずみなど）
- 2) 放射音の音場ひずみ
- 3) 入射音波に基づくひずみ（クリッピングやボイスコイルの抵抗が入射音の大小で変化するひずみ、高音と低音との相互干渉によるひずみなど）がある。今回放射音の音場ひずみゼロを目指して開発を進めた。その理由はこの種のひずみが：

- 聴取位置に直接放射されひずみが直接耳に到達する。
- ひずみの音が聴取点に時間差を持ち、到達方向が異なりを持つなど、音場特有の現象が信号の大小高低にからんで耳に到達する。
- 放射音の音場がキャビネットの形状寸法に依存する回折効果や空洞効果の周波数依存性に影響を受ける。

などの複雑な音響特性を示すからである。



37 図 3-7 スピーカーのひずみ

② 開発スピーカーの具体的スペック (茶谷郁夫氏)

- 周波数特性 - 楽音の主成分 - 100Hz～6KHz を忠実に 1 本のスピーカーで再生
 - 出力音圧レベル - 最低 80dB/m/w 以上
 - キャビネットの大きさ - ひとの頭の大きさ
- を題材として取り上げる。

③ 開発したスピーカー

軽くて丈夫なキャビネットを実現するためにひとの頭程度の大きさのたまご形の形状を採用した(図 3-8)。厚さ 5 ミリ程度のプラスチック成型キャビネットであるが、全体域にわたり共振が少なくかつ Q が低く、叩くとコツコツというダンピングの効いた音がする。

大きな特徴として⁽⁶⁾：

- 振動板とキャビネットはなめらかな同一曲面を形成する。
- キャビネットの形状はたまご形状で、球から黄金比でシフトさせる
- エッジは直接音場に出さずに内部処理する。

これらによりスピーカー振動板から放射された音がキャビネットやエッジの影響を受けずにスムーズに空間に放射され、音場歪が少ない。

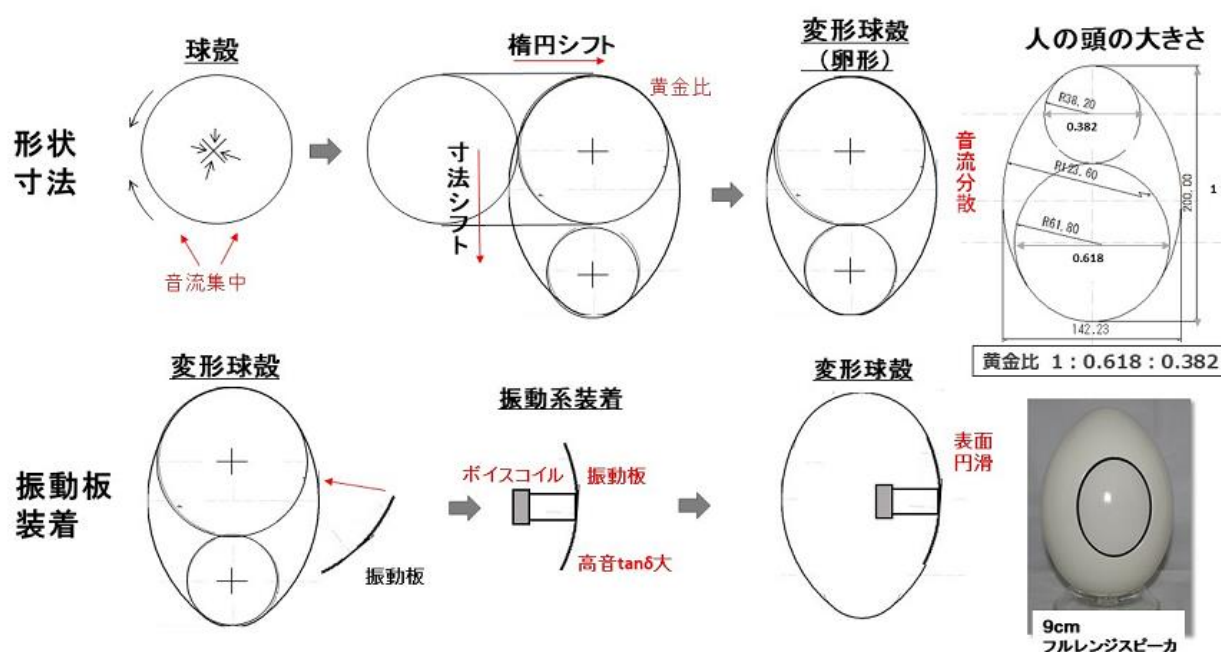


図 3-8 音場型スピーカーの開発の過程

4. 勤め人の元手

(a) 走り歩いて 38 年

人生の転機。ソニーという新しい職場を求めた中で、多分今までに味わったことのないストレス社会に遭遇するだろうことは身に沁みて実感した。健康こそ我ら勤め人の最大唯一の財産。

それをどう守っていくかが重要。 - 期せずして家内も同意見 - 健康第一の信条を貫こう。

月曜から金曜までに勤務先でたまったストレスは土日の家庭に持ち込まない。 - 週末の常用接待ゴルフは止める - そう決めた途端ゴルフ道具一式は次男の健が持ち帰った。「土、日は山歩き」「毎朝 5 時起床。公園のジョギング」悪天候時を除いて必ず夫婦の共同作業とする。 - ゴルフは不調法、山歩きが唯一の趣味 - このキャッチフレーズでソニーの生活が始まった。

なるべく永続きすることを念頭に有酸素運動の上限？（呼吸が少し乱れるが数分休めば元に戻る程度）の速さを夫婦で調整して決め、一周 2.5Km の距離を走る。ストップウォッチ 1 個で測ったメモを整理して気付いたことは、ある期間の平均値と変動の幅で多少違った意味合いがあるように思われた。変動の幅はその時々気候条件と身体の体調との和であり、その平均値の年齢変化は体力の低下に関係しているように思われた。（図 4-1）

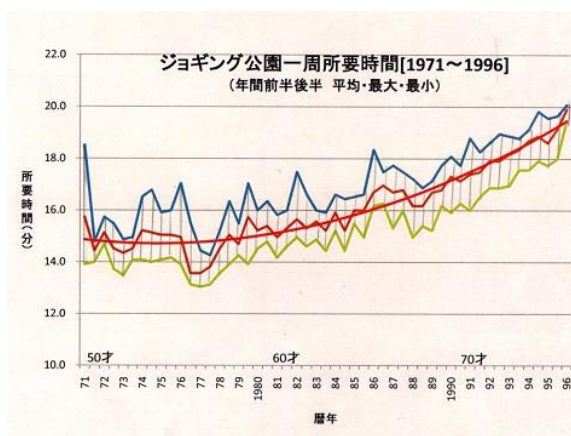


図 4-1 ジョギング 所要時間の変化

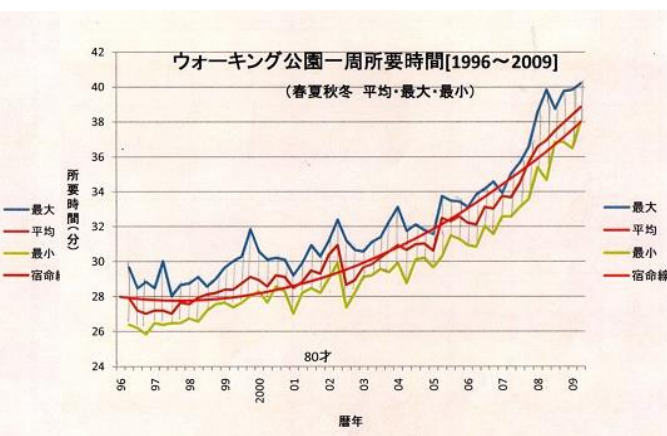
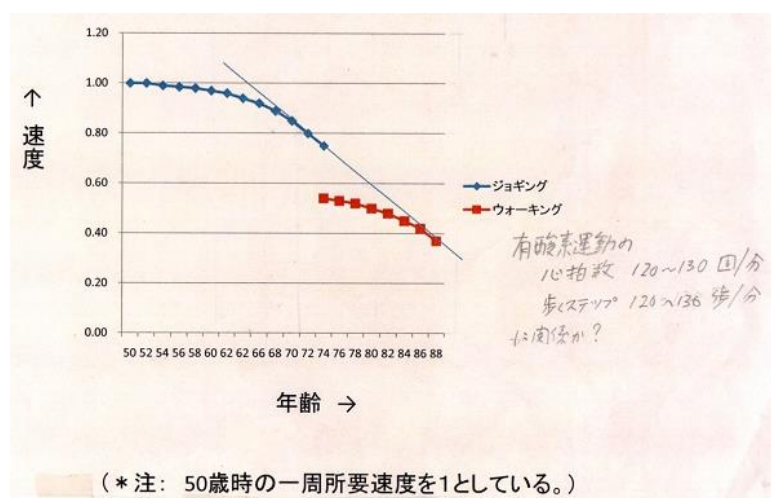


図 4-2 ウォーキング 所要時間の変化

75 才になった時 25 年間続けたジョギングからウォーキングに切り替えた。同じパターンで統計は続けた。（図 4-2）

ジョギングとウォーキングと当初こそ所要時間の差はあるが、体力（平均値）の加齢曲線は同じ傾向。これを一枚のグラフに重ねてみると図 4-3 に示すように漸降特性は一本の線で表されてしまう。走ろうが歩こうが一定の条件（有酸素運動）の下では同一線上 - とするとその延長線の行方は私ども夫婦が辿る「宿命線」ということであろうか。ともあれ 91 才（家内 87 才）で家内は他界してしまった。

それから 1 年間、健康を忘れ仕事も身につかず、不貞腐れの毎日が続いた。



(* 注: 50歳時の一周所要速度を1としている。)

図 4-3 公園一周速度と宿命線

(b) 脳よ、サボル勿れ

一方通行の TV 番組だけが情報源に近い毎日の生活が続いた。そういう中で脳は入ってくる情報を聴き流し、それを咀嚼して返事を作る作業を怠っているのに気づいた。そういえば最近難聴気味。対話して一寸聞き取り難くなって、聴き返す間はまだよかったが面倒になって聴き返す回数が少なくなることと比例して脳はいい加減な対応しかしなくなったような気がした。難聴が進むより速く脳のサボリぐせが進行している。 - これはえらいこっちゃ。

まずは対話の機会を増やそう。めっきり少なくなった交際をどう復活するかも必要だが、それは相手も必要なこと。積極的には数年前までやった公園の散策がよかろう。今回は体力増進でなるべく多くの方と対話することから始めよう。体力も考え公園半周 30 分間に、一言よりふたことみこと言葉を交わすことにした。始めて 1 年経った頃から 20 人～30 人の顔見知りの方、見知らぬ方々との交流を重ね、脳のサボリぐせ直すことを心掛けている。

もう一つ。難聴対策として補聴器の厄介になることとした。ソニーで補聴器の商売をしていた 20 年前の機械と比べ音の質も挿着感も抜群に良くなっている。聴いているドラマのセリフも、来客の対話もその効果は改善された。これで脳も元通りに働いてくれることになった。しかし、人工的な機械の限界も気になった。体内音（ものを噛む音、自分がしゃべる音など）や周囲雑音（食器の音、周囲の雑音など）は補聴のため中高音を増幅させた分だけ加算して耳に入ってくる。それらの音が出ている間は補聴どころの効果は全く感じられないという限界がある。

その特質を考え、耳がねを考えてみている。聞き取り易くするとき耳に手をかざして聞くと良い場合がある。機械に頼らないで図のような大きなおおいを作って実験してみた。素人の思つき、装着感に難点はあるが改良すれば便利に使えるようになるかも。しかし限度はある。補聴器との併用が落しどころか。いずれにしても脳をサボらせない工夫をしないと認知症になりかねない。



図 4-4 耳がね

5. NH ラボ

脳の活性化に注力して時が流れて、ビフレステックで第二の人生を過ごしていたソニー時代のスピーカーグループの数人が定年を迎えることになった。卵型スピーカー第 1 号機はビフレステック時代に商品化したが、第 1 号機で完了するような代物ではない。改良したい点もあり次のアイディアもある。何とか続ける手だてはななかりか。その思いが新会社設立に結びついた。推されて私が社長になり数人の技術者と経営を分かち合うことにした。

(a) 1号機の改善 聴取室との関連も考えたシステムアップ

- 1) 3dB アップのハイパワー化
ロングボイスコイルの採用。コイルと振動板の接合方法の改善など。
- 2) 高音限界近傍の特性改善
振動板に新たに開発した塗布材の使用など
- 3) 吊りスタンド (図 5-1)
床振動の除去
- 4) 定温カップラの採用 (図 5-2)
キャビネット内部の温度を室内最大温度 (40℃) で一定に保つ定温化
- 5) 吸音拡散体の採用 (図 5-3)
キャビネットと室の壁面の間に設置して壁面反射音の除去



図 5-1 吊りスタンド



図 5-2 定温ユニット

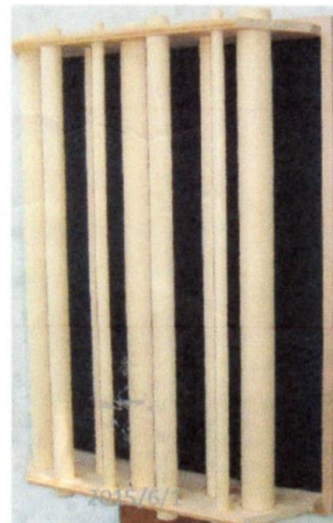


図 5-3 拡散・吸音パネル

(b) グレードアップモデルの試み

スピーカーの前と後ろ、内と外、加える信号の高低、強弱などそれらの変り目を境に変わる諸現象に着目してみる。

○ キャビネットの前と後ろ

前面は聴取点に振動板からの放射音が直接放射、スピーカーの音質の最重要部分であるが、背面はキャビネットの異常振動発生。回折効果は周波数依存が大きい。かつ、背面の音は聴取点に時間遅れで到達する。音質の劣化の因を後壁の間で吸収するのも一法だが、背面の振動の積極的な改善も視野に入れるべきか。

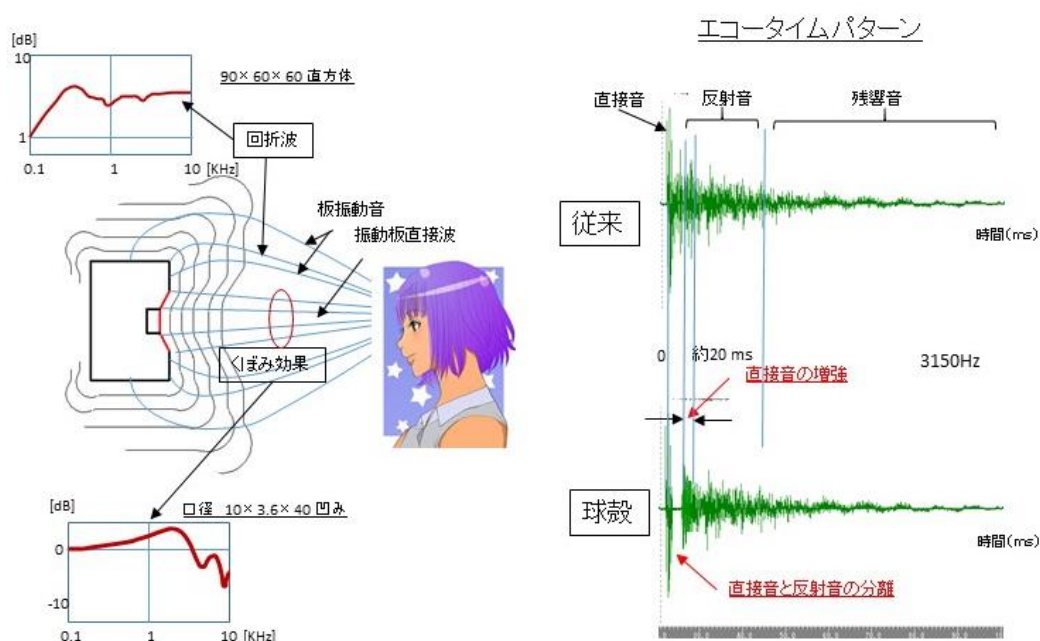


図 5-4 スピーカーのくぼみ効果、キャビネットの回折現象

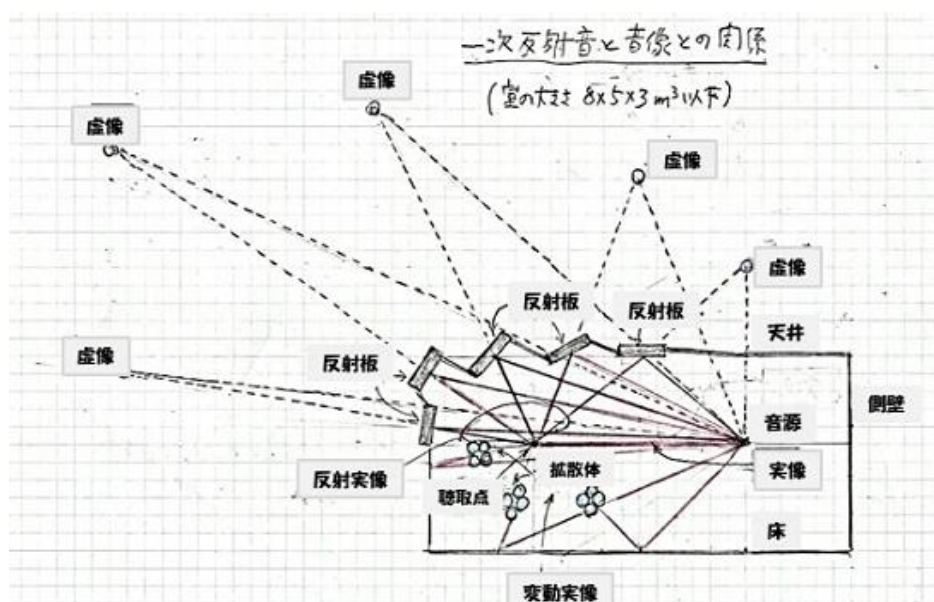


図 5-5 一次反射音と音像

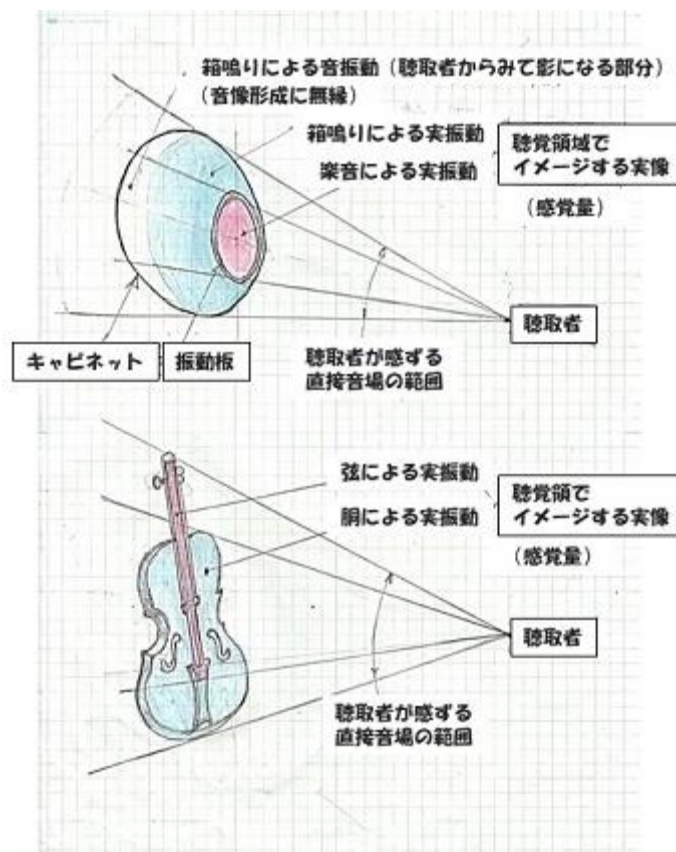


図 5-6 音像の種類と音質の関係

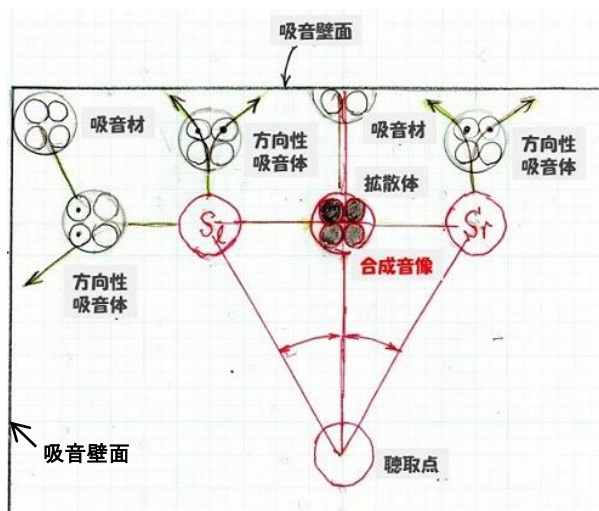


図 5-7 スピーカー後方側面の反射

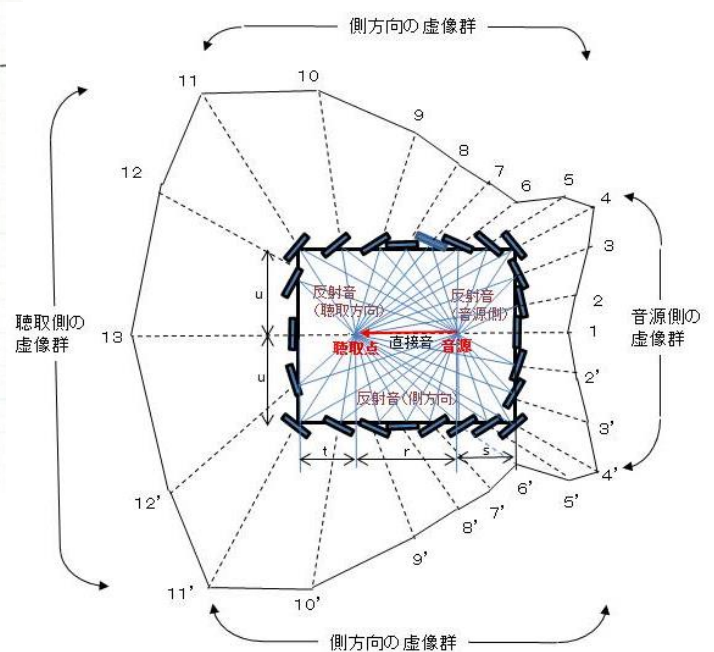


図 5-8 壁による反射音

6. 手法を拡げてみる

その具体化は高田寛太郎君に依頼した。

(a) 聴こえない領域の活用

可聴範囲以外の無音領域に存在する楽音を、騒音、振動、生体あるいは不快音から分離できればよいが、なかなかうまく抽出できない。(図 6-1) これも奏功すればもとと異なる音楽音が作られる。高音における骨伝導もその一つ。低音域ではとりあえず無音エージングをスタートできないだろうか。

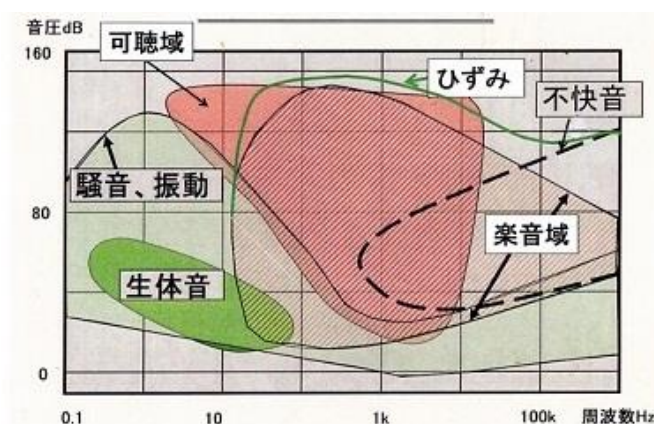


図 6-1 ヒトを取り巻く様々な音とノイズ 聴こえない音に着目

70 年代の後半、日本工業の能村龍太郎氏に協力した婦人の美顔のために「つぼ」をゆする研究やよい音を加える研究がうまく活用できるかもしれない。同時期に行った子供用バイオリン制作家の俣野勝氏のバイオリンのへそに当たる S 字上部に加刀して全体の調整をする手法をオーディオ機器に応用するなどの研究に着目するのも一方法かもしれない。

無音の楽音、その応用のシステマティックな研究に光をあててみたい。

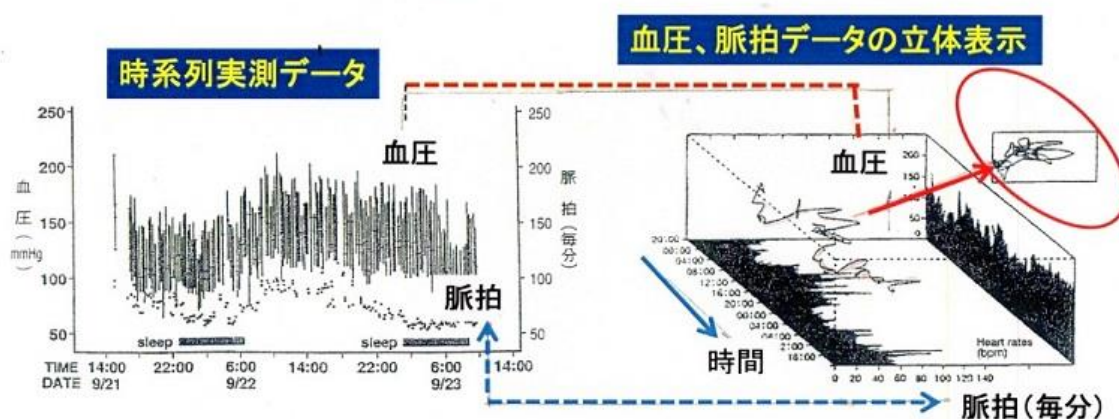
(b) ゆらぎと感動、快適性—複素ゆらぎの導入

人の活動の源流である血圧、脈拍の関係を例示する。大塚邦朗氏著「時間医学」(ミシマ社)の中に血圧と脈拍の時系列実測データの立体系の文献を拝見した。血圧も脈拍も時間的にリズムカルなデータ(図 6-2 左)だが、一旦それを立体表示すると大変複雑な想像できない曲線(図 6-2 右)となっていた。本来同一人の血圧と心拍は単純であっておかしくないはずだが、...

その複雑性の原因は血圧と心拍の時間差/位相差の介在(それは脳波などを含めた体内音のすべてに適用されると考えられるが)、測定点の差などが考えられるが、文献ではそこで定量的なデータは打ち切られていた。

なにか勿体ない気がして生意気にもちょっかいかけてみた。

電気業界では困ったときには変数をふやせと教わった通り $j\omega$ という電気での常套手段を導入し複素ゆらぎを仮説してみた。と同時にカオスなどとの関係はないか模索している。複雑極まりない体内音の研究などにどれだけ役に立てるのか分からないが、心なしか何らかの知見が得られるか期待している。(図 6-3)



“時間の医学” 大塚邦朗 ミシマ社より抜粋

図 6-2 ヒトの血圧と脈拍

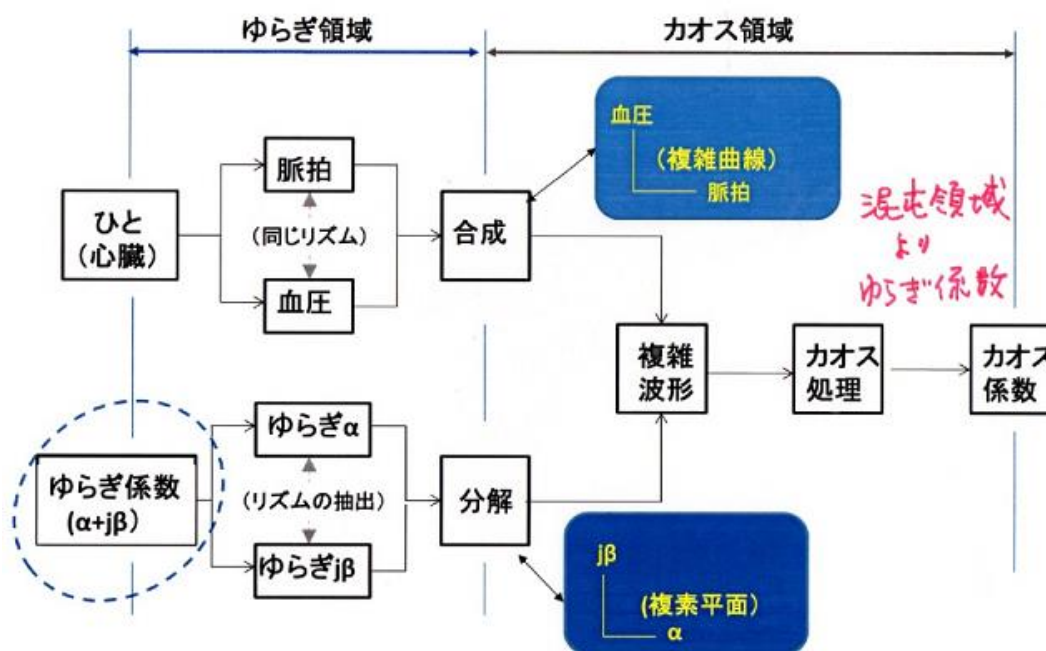


図 6-3 複素ゆらぎの導入

(c) 他山の石に学ぶ (シミュレーションの活用)

新聞には図 6-4 のように、「見えない炉の中」の溶融現象、「脳と血液の相関を見たい」体調現象そして「産業構造の変化と株価」の経済現象などがしばしば紹介される。これらは、それぞれが均質な鉄／活力ある健康／財産の増加という普通の「欲望」を達成することを目的にシステム設計が行われている。それぞれの分野を他山の石として我々の目的に利用できる仕組みは考えられないだろうか。(図 6-5)

金融業界ではお金を儲けたい。工業界では均質な鉄を作りたい。人間は健康でありたい。それぞれの願望を達成するため業界の専門知識に加え、他業界の異なる考えをもり加えてそれぞれの方程式を解析する中から、それぞれの方程式を求めて願望を達成するユニークな方程式を求めたい。

金融工学はとりあえず身内のソニー損保か保険に、溶融工学では長年「R」ビジネスを共有し最近快適性に研究関心の舵を切られた化学・溶融の専門家でもあり業界第一人者の化学会社社長に、これに我々の健康工学を組み合わせていることを考えている。

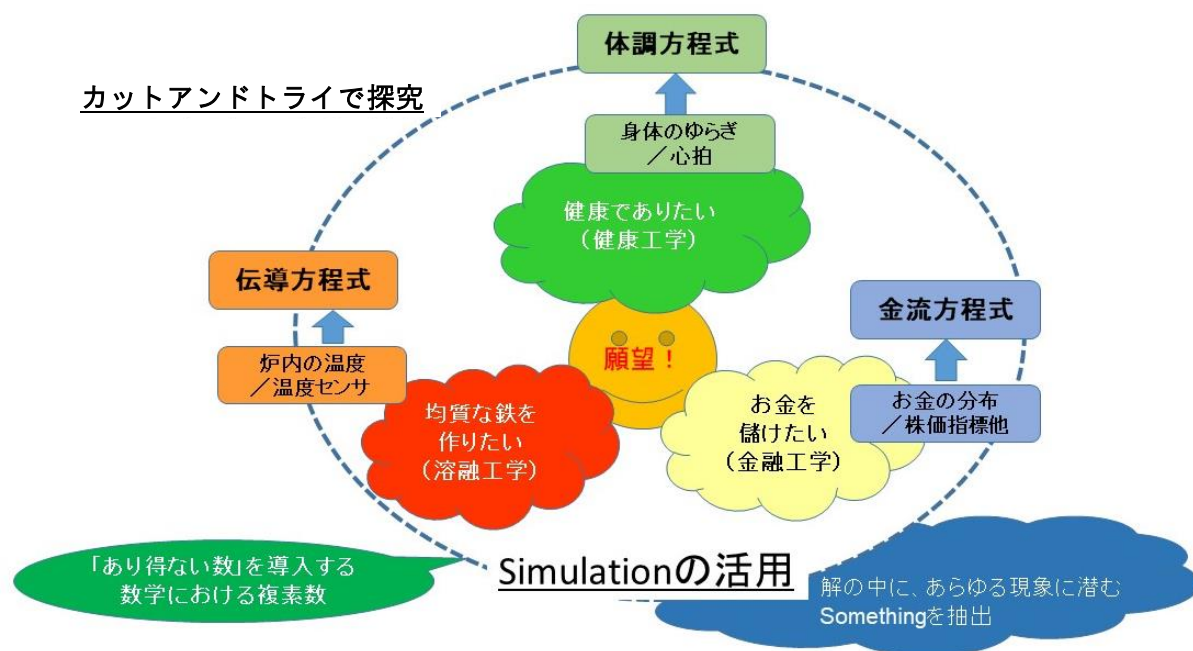


図 6-5 他部門の力を借りる

7. 日々是好日

よい音をめざして 70 年。その頂上はなかなか見えてこない。進めて迷路に迷ったこともあった。苦しまぎれに他分野の力を借りることまで考えてみた。しかし中々全貌は見えてこない。見せてくれない。そこがよい音の魅力であるかもしれない。

学問の進歩のテンポは速くなっている。うまくいけばあと 30 年もあれば目途がつくかも知れない。「デジタル」の次のキーワードは何だろう。恐らくヒトに関する“ゆらぎ”などが頭に浮かぶ

がそれは引き継いでやってくれる後継者にお任せしよう。あとの3合。険しい頂上へ続く3合にバトンタッチしたい。

70年間多くの人との付き合いができた。それが何にもかえ難い収穫であった。かわりを持ってくれた多くの音友に心から謝意を表して搁筆する。稿を終るにあたり、執筆の機会を与えていただいた日本オーディオ協会校條亮治会長に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 高島充、第1回井深大メモリアルBMEシンポジウム(2001年4月27日)
特許 3,419,732 (2003年4月18日) 密接式音圧センサーを使用した生体探索集音記憶装置
- (2) 松浦眞、セントランド(株)製 低周波センサー
- (3) 武者利光 応用物理 46、11、44 (1977)
日本音響学会誌 50、6445 (1997)
- (4) 佐治治夫 応用物理 60. 03 (1991)
- (5) 中島平太郎、(社)映像情報メディア学会技術報告「これからのAVへの期待」 2002年、2月
- (6) 茶谷郁夫「音場再現に優れたタマゴ型スピーカー」 JAS ジャーナル 2010, Vol.50 No. 1、pp. 24-30