

背景:レントゲンやCTなどの画像診断の精度向上や気管支鏡検査の普及など医療・医学の進歩に伴い、診断方法としての聴診はその重要性が見逃されがちである¹⁾。しかし、簡便に短時間かつ無侵襲に繰り返すことができる診断手技であり、病態の迅速な把握に適していることから、救急医療や災害時には依然として有用性が高い²⁾。しかしながら聴診による診断は、相応の経験と修練が要求されるものであり、診断内容自体が客観性に乏しく数値化できず、情報の共有、伝達や記録が困難である³⁾。そこで、聴診音をパソコンソフトを用いて周波数解析を行い音圧の変化を波形に表す記録解析装置を考案した。実際に気胸症例に対し試用してみたところ、呼吸音の左右差を検知することができたため報告する。

装置と方法:膜型の聴診器 (Littmann Cardiology III、3M) とコンデンサマイクロフォン (ECM-C10, SONY) を接続したものを2セット用意し、リニア PCM レコーダ (MR-1, KORG) を介してノートパソコンでステレオ録音を行った (Fig.1)。尚、同一の製品を使用することにより左右の入力を等しい音響特性で記録したとみなしている。記録部位は左右対称となるよう両側第2肋間鎖骨中線上とし、ヘッドフォンで呼吸音をモニターしながらノイズの少ない記録となるよう配慮した (Fig.2)。48.0kHz, 16bit の wave ファイルで記録、同時に周波数解析ソフト (DSSF3 Realtime Analyzer ver.5, 吉正電子) を用いて高速フーリエ変換を行い、前胸部聴診音による入力情報のパワースペクトル波形を左右で比較した。この装置では、ハードディスクや電源の許す限り長時間の連続記録が行え、リアルタイムモニターとして使用できる (Fig.3)。

結果:この記録分析装置では、図 (Fig.4,5) のようにある瞬間 (この研究では吸気時のピークの時相) の各周波数での音圧レベルを記録することができる。

(Fig.5) 健常者 (コントロール): 事前の健常者症例の検討や、正常呼吸音の周波数分布⁴⁾ から心音の影響を受けにくいと判断された 200、300、400Hz 付近の周波数帯で左右差の検討を行った。この周波数帯において聴診音の音圧レベル (グラフの縦軸で単位は dB、最大入力を 0 <ゼロ> としているため負の値を示している) に左右差は認められなかった (Fig.6)。100Hz 未満における左入力の音圧レベルが右に比し高いのは波形が心音に一致して増減することから心音の影響と判断した。

症例1 (Fig.7,8) 交通事故による胸部打撲患者: 仰臥位レントゲン上で気胸の存在を認めず、CT で発見された潜在性気胸の症例であった。聴診では、呼吸音の左右差を指摘したのは指導医レベルのみであり経験の浅い医師や看護師は左右差なしと記録していた。解析波形上では左呼吸音の減弱を指摘可能であった。

症例2 (Fig.9,10) 墜落外傷、胸部 CT で右気胸と縦隔 (及び心嚢) 気腫を認めた。解析波形上、通常の呼吸では左右差を検出できなかったが深呼吸をしてみたら図のような右呼吸音減弱を指摘しえた。

症例3 (Fig.11,12) 食道破裂による左気胸患者: レントゲン上で左肺の虚脱が明らかであった時の記録であるが、同じく 300Hz 付近で左呼吸音の減弱を確認できた。

症例数が少ない状態であるが症例1～3を含む4例で、健側(非気胸側)と患側(気胸側)で左右差の検討を行ったところ300Hzで有意差を認めた(Fig.13)。

考察:呼吸音を周波数分析し、呼吸音の左右差を波形上で客観的に確認することが可能であった。今後、症例を蓄積し外傷患者への有用性や感度の検討を行う必要がある。外傷に伴う気胸患者には、搬送中や陽圧換気中に緊張性気胸に移行する潜在性気胸の存在が知られている^{5,6)}。また、胸腔ドレナージ後持続吸引されている例などでは、呼吸音を繰り返し聴取する必要があるが、これらの症例に対しては持続モニタリングを行えば、病態変化を早期に確認できる優れた装置となり得る。また、安価で軽量小型な呼吸モニターとして、救急車、ドクターヘリへの配備や、全身麻酔・集中治療時のモニターとして、遠隔医療や教育機材としても転用可能と思われる。一方で、呼吸器分野や工学分野では、より短い時間(ミリ秒単位)でのラ音などの異常音検出の研究が進行しており^{1,2)}、組み合わせることができれば、将来自動診断機能の備えた聴診システムとなる可能性も高い。

文献

- 1) 宮原末治、田中研勢、船山稔、他：電子聴診器による肺音の解析。薬理と臨床 2005;15:511-518.
- 2) 平出敦、石見拓：診察のための知識、打診・聴診、救急医学 2001;25:1143-1149
- 3) 村田朗、工藤翔二、高崎雄司、他：新しいLUNG SOUNDS ANALYZER。薬理と臨床 2000; 10:355-361 .
- 4) 石原恒夫、川城丈夫、阿部直、他：CDによる聴診トレーニングー呼吸音編増補版一。南江堂、東京、1993.
- 5) 日本外傷学会・日本救急医学会監修 日本外傷学会外傷研修コース開発委員会編集：改訂外傷初期診療ガイドライン JATEC、へるす出版、東京、2004.p69-91.
- 6) Hill SL,Edmisten T,Holtzman G,et al:The occult pneumothorax An increasing diagnostic entity in trauma.Am Surg 1999;65:254-258.

2008.5.29 第22回日本外傷学会<沖縄>で、上記を一部変更しポスター発表し、優秀演題賞を頂きました。

記録装置

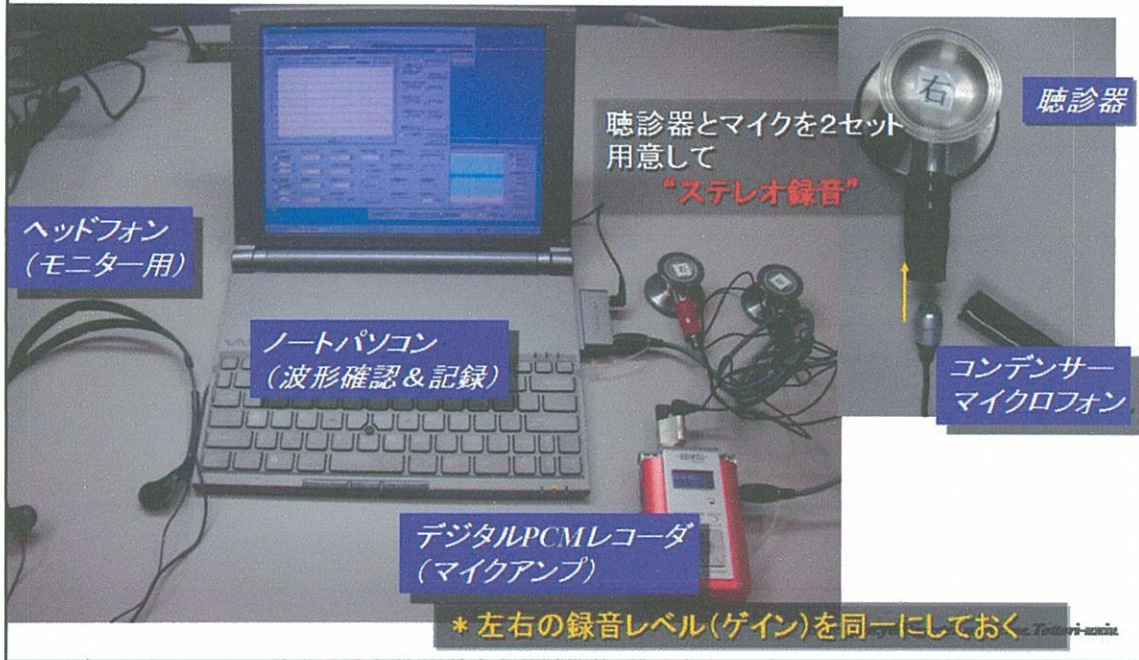


Fig.1 記録装置

記録風景

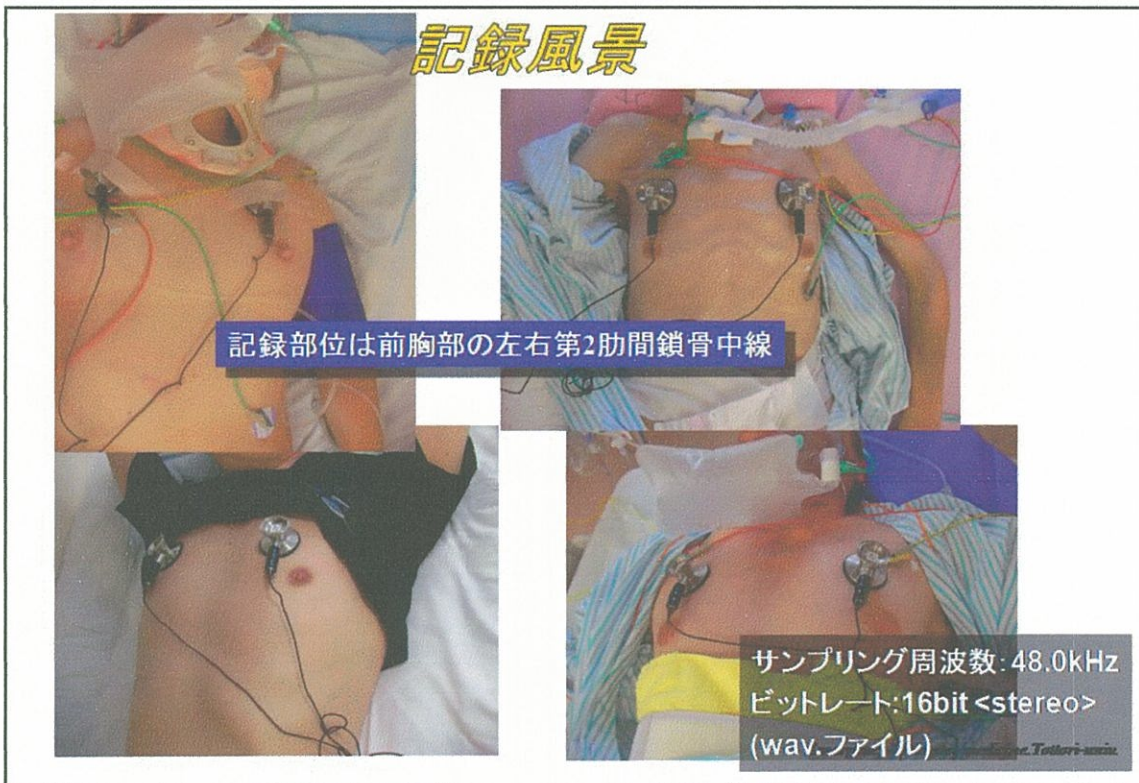


Fig.2 記録風景

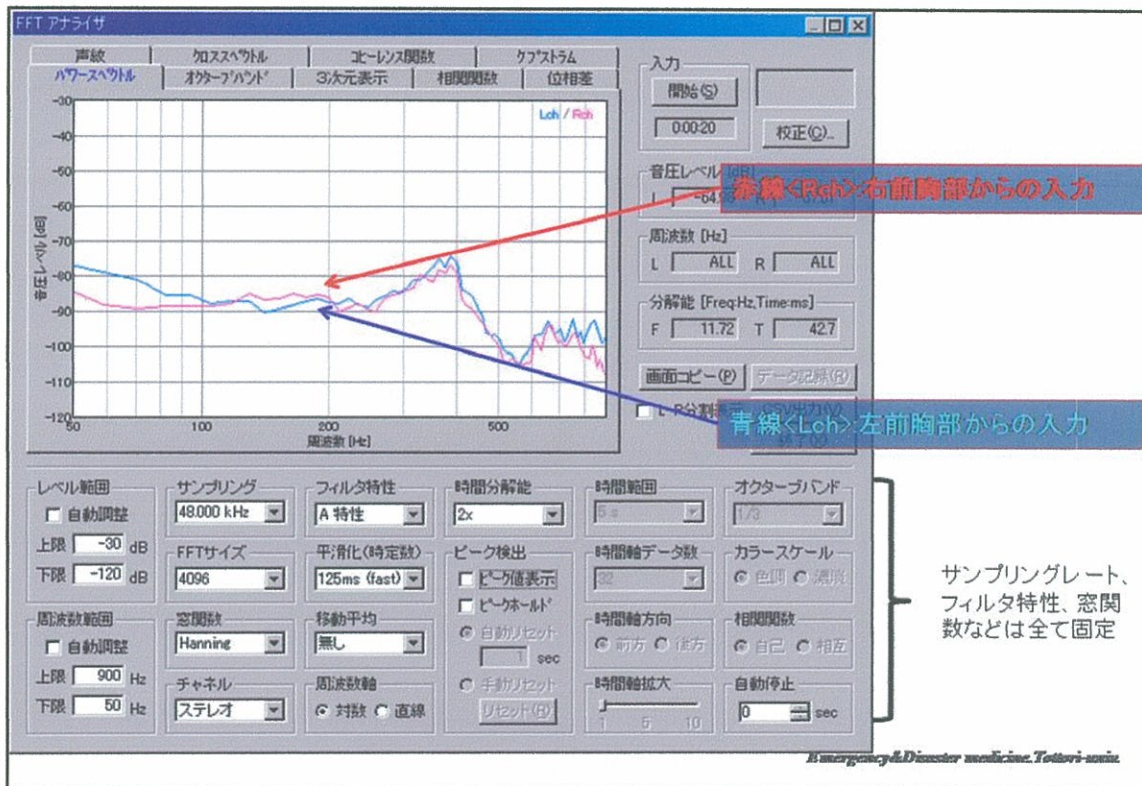


Fig.3 呼吸音の視覚化①;吸気時の静止画像で、右胸部からの入力を赤線、左は青線で表示。

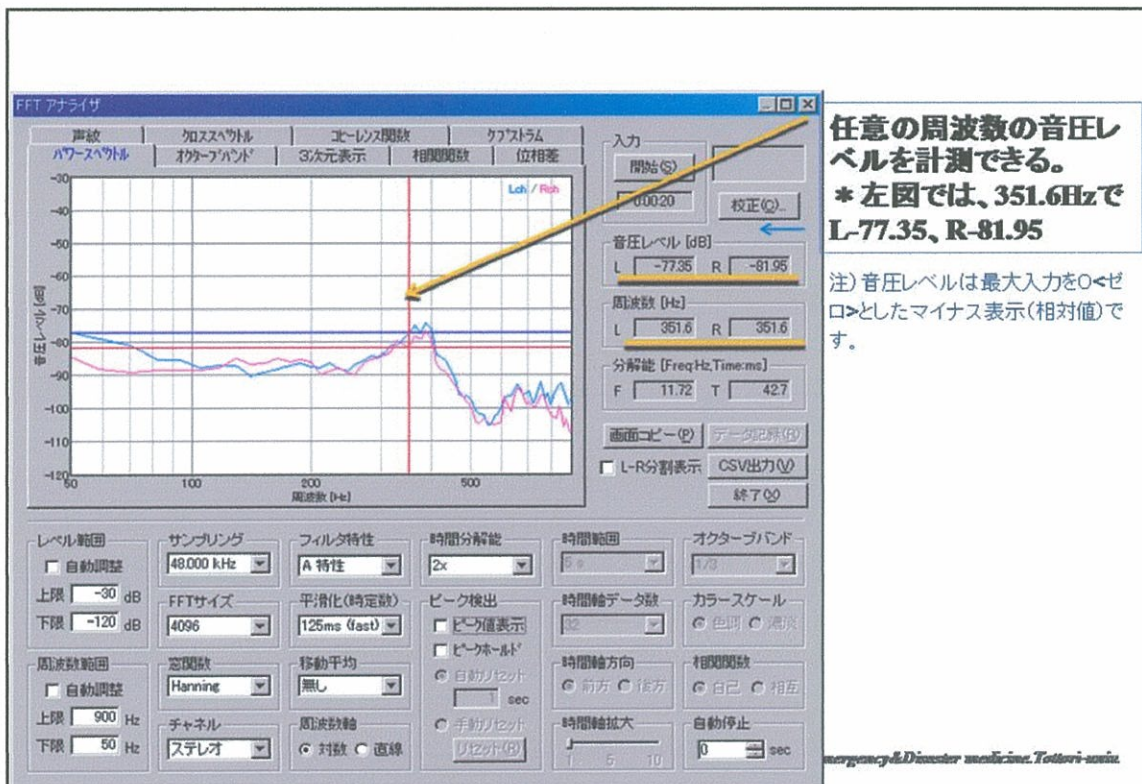


Fig.4 呼吸音の視覚化②;任意の周波数での左右の入力を計測可能。

正常(呼吸音左右差なし)の場合

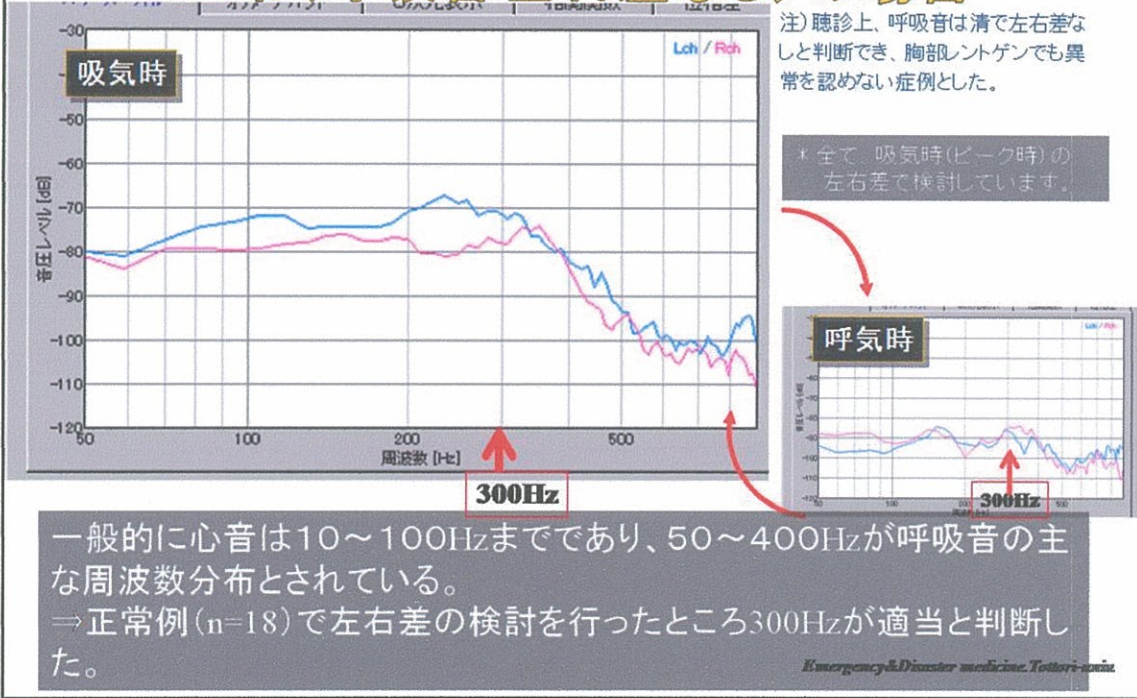


Fig.5 正常(健常者、コントロール)例

正常(呼吸音左右差なし)での検討

・200Hz,300Hz,400Hzの各周波数で、左右の入力のうち音圧の大きい群(音圧大群)と音圧の小さい群(音圧小群)に分け2群間で平均値の差の検定(t検定、両側検定)を行った。<n=18>
 →いずれの周波数でも $p > 0.05$ であり、有意水準5%で有意差なし。

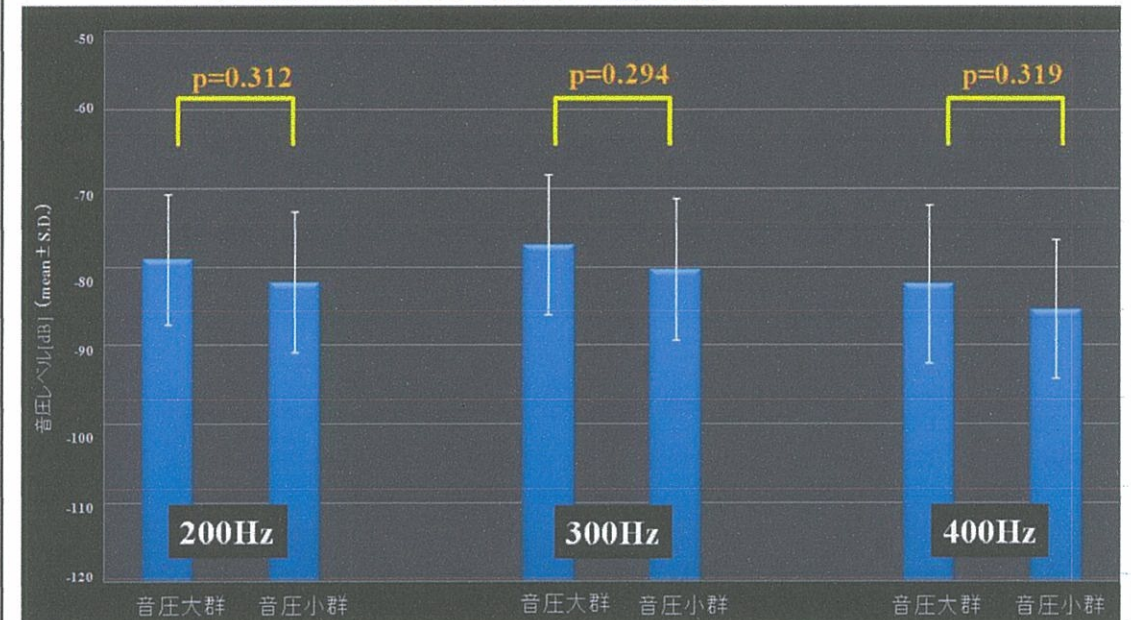
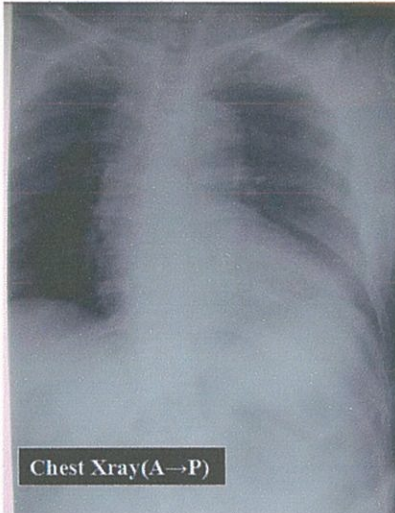


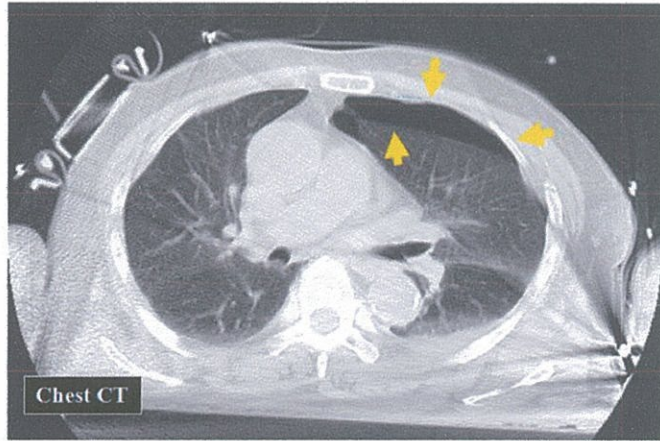
Fig.6 正常例18例での検討

症例1

65歳 女性 胸部外傷(交通事故)



Chest Xray(A→P)



Chest CT

* 胸部レントゲンでは指摘できず、胸部CTで発見できたいわゆる潜在性気胸の例。

Emergency & Disaster medicine, Tottori-univ.

Fig.7 症例1

症例1の分析

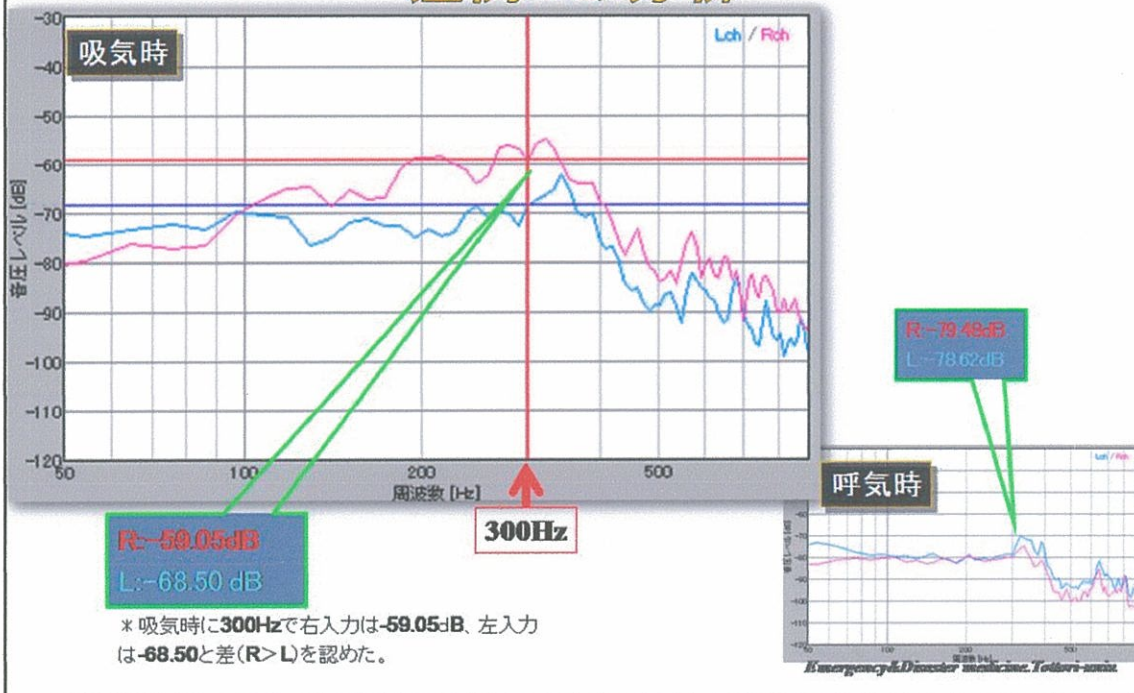


Fig.8 症例1の分析

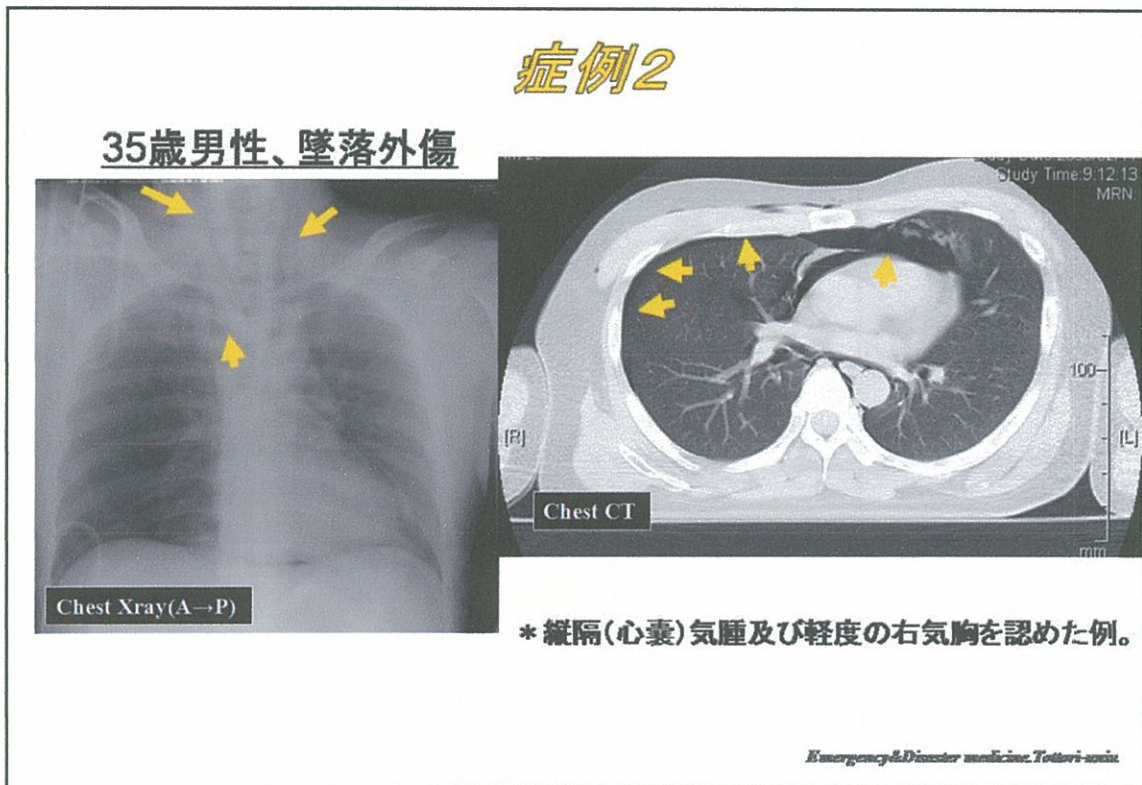


Fig.9 症例2

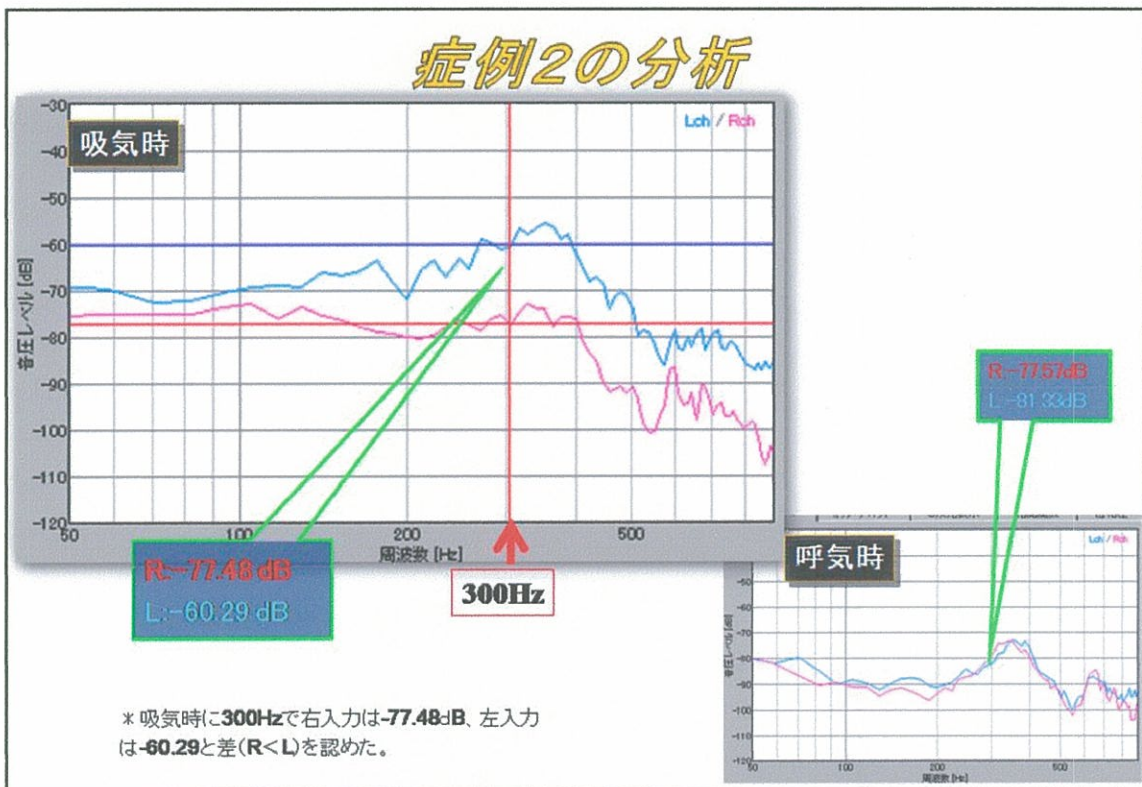
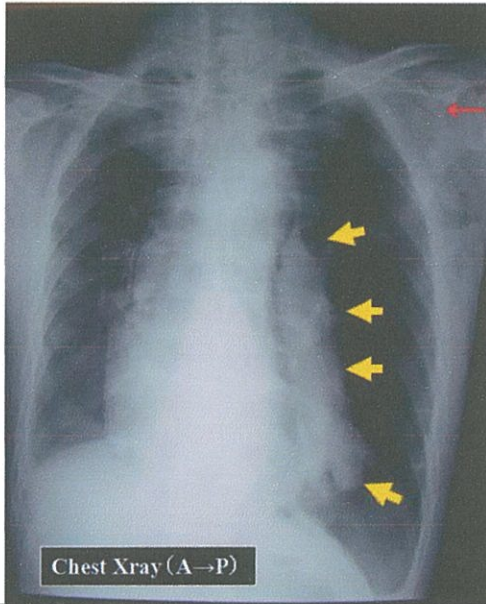


Fig.10 症例2の分析

症例3

53歳 男性、左気胸で転院(特発性食道破裂)



←聴診で左呼吸音の減弱あり
(呼吸状態は安定)

Emergency & Disaster medicine, Tokai University

Fig.11 症例3

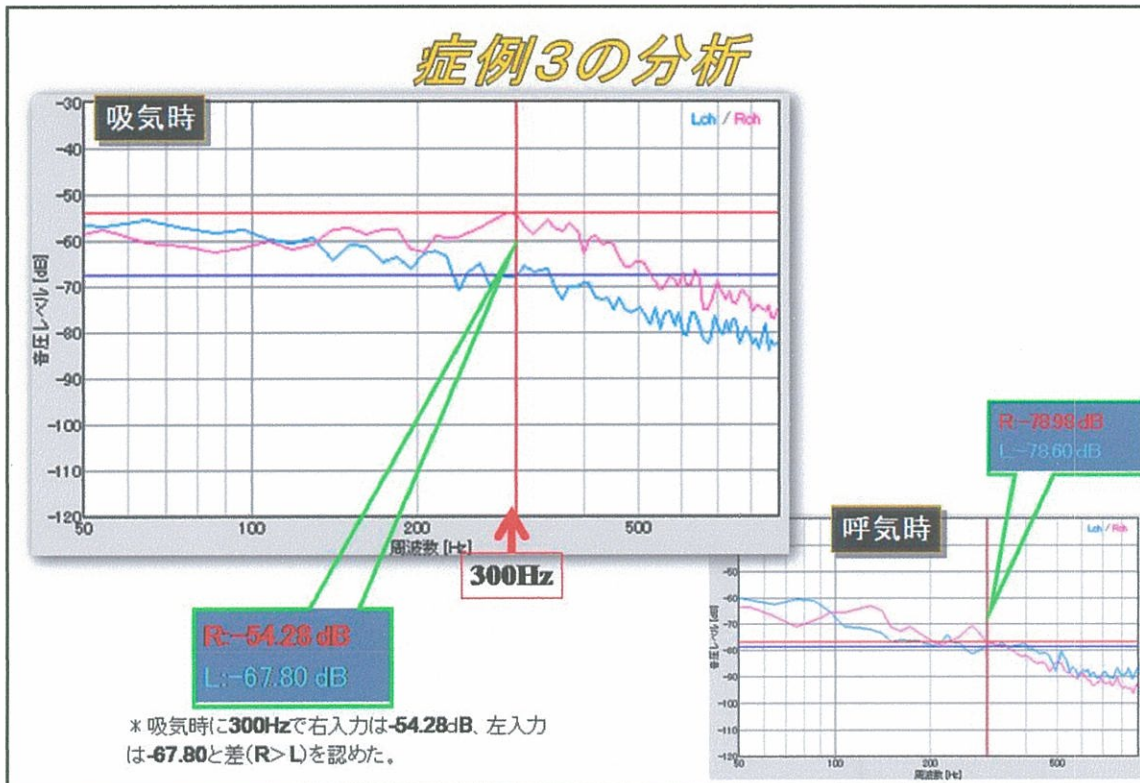


Fig.12 症例3の検討

呼吸音左右差ありでの検討

・200Hz,300Hz,400Hzの各周波数で、左右の入力のうち音圧の大きい群(健常側群)と音圧の小さい群(患側群)に分け2群間で平均値の差の検定(t検定、両側検定)を行った。<n=4>

→300Hzでは、有意水準5%で有意差を認めた。

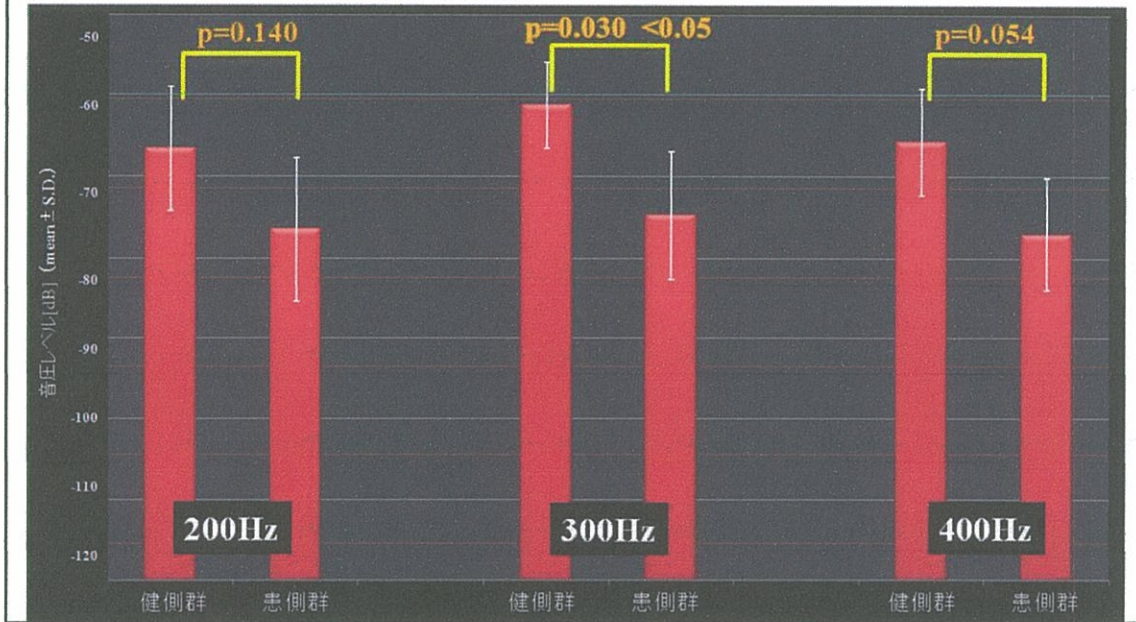


Fig.13 呼吸音左右差ありでの検討