L-9

呼吸器系疾患における重症度推定のための呼吸音収集システムの試作

Prototype of auscultation system for estimating severity of respiratory disease

○舟山雄太[1]，戸田健[2]，水村賢司[3]，伊藤玲子[3]，権寧博[3]，橋本修[3]
*Yuta Funayama[1], Takeshi Toda[2], Kenji Mizumura[3], Reiko Ito[3], Yasuhiro Gon[3], Shu Hashimoto[3]

Abstract – Especially, auscultating lung sound in respiratory disease is important. One of respiratory disease has Idiopathic Pulmonary fibrosis (IPF). Most effective diagnosis is CT imaging findings. However, this diagnosis cost is high and isolated island may don't have CT equipment. Thus, we thought need to judging method if patient has IPF to clarify lung sound and CT character modify. This method has not use CT image.

１．はじめに

聴診による診断は人体にあまりダメージを与えず健康状態をチェックする非侵襲的診断であり，現代においても頻繁に行われる．特に呼吸器疾患では聴診により肺音を詳細に聞くことが重要である．呼吸器疾患である特発性間質性肺炎の１つに特発性肺線維症という疾患がある．肺の高度な線維化を主体とし，拘束性の換気障害をもたらし，原因不明の間質性肺炎の中では最も患者数が多く，かつ予後がきわめて悪い疾患である[1]．５年後の死亡率は 50%程度である．この疾患の聴診をする際，背中の下の方できわめて特徴的なパリパリという捻髪音，fine clackles が聴取できる．特発性肺線維症に最も有効な診断は，HR-CT 画像所見であるが，CT 画像はコストが高いことや，離島のような場所では機器がないことが考えられる．そのため，簡便に検査可能な聴診器システムによって取得した音声データの特徴から特発性間質性肺炎の画像をある程度推定できるようになることは，非常に有用である．

これらのことから，本研究では肺音のデータ取得のための聴診システムの試作を行った．

２．方法

本研究では，突発性間質性肺炎患者の聴診音データから HR-CT 画像の特徴を推定するのが最終目的である．そのためには，①聴診システムの開発，②聴診音データの解析，③CT 画像の解析，④②と③のパラメータの相関解析が必要である．

まず①の聴診システムに求められる機能要件について説明する．突発性間質性肺炎では，聴診時に肺から fine clackles という音がすると説明した．多くの呼吸器系疾患に対する聴診時には，fine clackles のような異常肺音を聞くことが重要である．異常肺音によっては吸気時と呼気時により音が異なることや一部の異常肺音では，周波数が似てしまうこともあるため，それらが明確に判別できるよう吸気・呼気のセンシングが必要になる．

次に医者は，聴診時に複数箇所に聴診器をあてて音を聞くことから，本システムでも複数の聴診器を同一のシステムで計測できる機能が必要である．さらに各聴診箇所で肺の動きに合わせた音声特徴を収集するには，それらの聴診を同時に行う必要がある．

これらのことから吸気・呼気のセンシング，複数聴診器による聴診，それらの同時記録の機能が必要だと分かる．

次に②の聴診データの解析手法について説明する．聴診データは wav データで取得できるため，そのデータに対し FFT の処理を行う．FFT によって得られたパワースペクトルと周波数の特徴量を相関解析に用いる．

次に図１に CT 画像の例を示し，③の CT 画像データの解析手法について説明する．図１-（a）が健常者の HR-CT 画像であり，（b）が特発性間質性肺炎患者の CT 画像である[2]．この疾患患者の CT 画像では，赤枠で示した部分の病変部位情報が重要であるため，まずはその部分を切り出す．その後切り出し部分の CT 値を算出し，それを特発性間質性肺炎患者の特徴量とする．

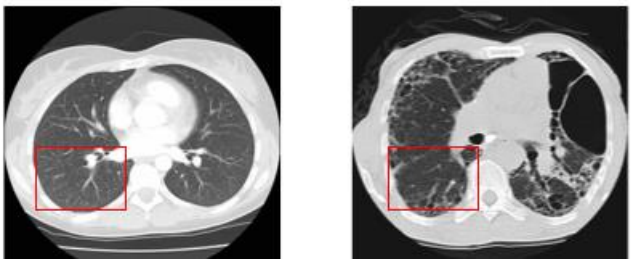
これら聴診音と画像の解析により得られたパラメータを用いた相関解析を行い，聴診音からでも正確に特発性間質性肺炎を推定可能にする．

３．試作システム

図２に試作システムの概要図，図３に試作システムを示す．本システムは吸気・呼気を判断する温度センサ部と聴診音を取得するマイクロホンセンサ部の２つで構成される．

はじめにマイクロホンセンサによる聴診システム部について説明する．まず，2～9 個のマイクロホ

１：日大理工・院(前)・電気　２：日大理工・教員・電気　３：日大医・内科学系・教員



(a) Usually patients　　(b) Idiopathic Pulmponaly Fibrosis

Fig.1 Example of CT image

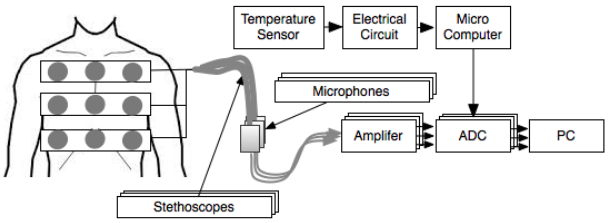


Fig.2 Proposal system configuration

ンを体表面上に平面配置する．先行研究と同様に，聴診器のチューブ部分を切断し，そこにコンデンサマイクを挿入し，本システムに使用する電子聴診器を自作した[3]．これを使い生体音を取得する．その電子聴診器を amplifier, AD converter の 3ch～8ch, PC と順次接続する．

次に温度センサ部について説明する．鼻から出る息の温度を利用し吸気と呼気を判別するため，村田製作所製の NTC サーミスタ 100kΩ（NXFT15WF104FA2B）という温度センサを用いた．抵抗素子型のセンサであり使用するために電子回路を作成した．電子回路はマイクロコンピュータであるArduinoに接続し，そこへNTCサーミスタで生じる電位変化の値から吸気と呼気を判断させるプログラムを開発・実装した．Arduino から AD converter の 1ch に接続し，その後 PC に接続する．

温度センサ部と聴診システム部によって計測された信号は，PC 内で Studio One2 というソフトウェアに送られ同時に記録することが出来るようにした．

図４に温度センサデータのグラフ，図５に背面から取得した聴診音のサウンドスペクトログラムを示す．それぞれ同時に１０秒間取得したデータである．Arduino により呼気時出力を 2,500mV 程度，吸気時出力を-1,500mV 程度に制御したことで，吸気と呼気が明確に判別できたことが図４から分かる．図５のサウンドスペクトログラムからは，電子聴診器による音声も明確に取れていることが分かる．

４．まとめ

本論文では，聴診音から CT 画像の相関解析を行い聴診音のみから特発性間質性肺炎の推定を行うことを目的とした．そのために必要な聴診音を収集するシステムを検討し，複数の電子聴診器と NTC サーミスタ温度センサを用いてそれぞれのデータを同時に記録できるシステムの開発を行った．本システムにより，簡易に呼気・吸気の判別と聴診音の同時取得が可能となった．

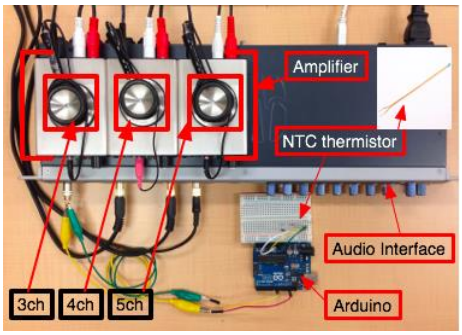


Fig.3 Trial system

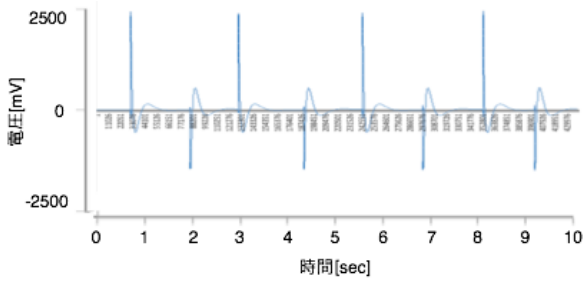


Fig.4 Temperature sensor data

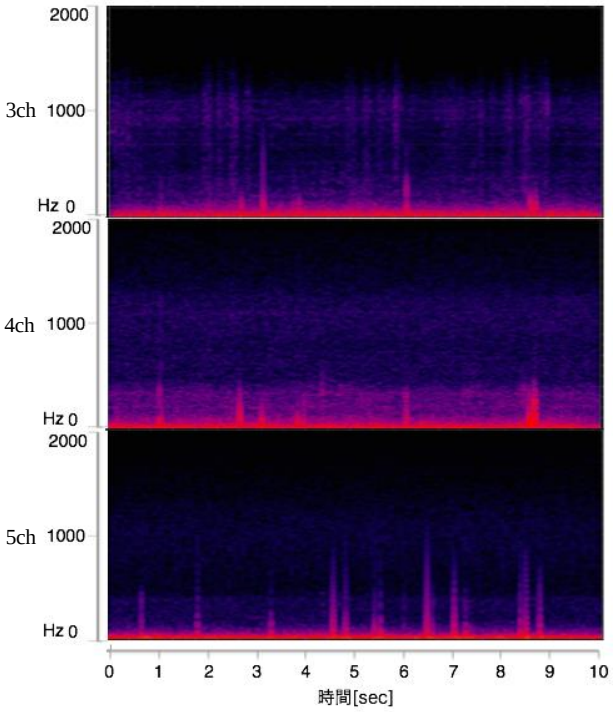


Fig.5 Auscultation sound spectrogram

５．参考文献

[1]難病情報センター：特発性間質性炎，http://www.nanbyou.or.jp/entry/156
[2]Radiopedia.org：http://radiopaedia.org/
[3]西澤由希子："マイクロフォンアレイを用いた呼吸器系解析"，大阪大学基礎工学部 システム科学科 生物工学コース卒業論文，pp.13-15(2006)