



令和4年度研究助成 【サウンド技術振興部門】より

肺音解析を用いた非侵襲で簡便な胸膜癒着の判別方法開発

岡山大学学術研究院医歯薬学域・
AI人材養成産学協働プロジェクト
准教授

谷岡 真樹

1. 研究の背景

癌再発例や広範囲の肺癌、転移性大腸癌を含め、肺手術は胸腔鏡手術（図1）が主流である。手術の既往や肺炎等の炎症により胸壁と肺の癒着、胸膜癒着が生じる（図1）。胸腔鏡手術の際、体表からのポート挿入（図2）時に、胸膜癒着があると剥離による出血や肺損傷のリスクがある。そのためなるべく胸膜癒着のない部位へのポート挿入を検討する。しかし癒着の評価には4次元CT、胸壁超音波、声音振盪など特殊または熟練の技術が必要である。

国内外の研究状況

胸膜癒着部の肺音や声音の特徴をAI・深層学習により評価する研究は国内外にない。胸

膜癒着の評価する先行研究は、以下3点が挙げられる。

①超音波診断^{1),2)}

経胸壁超音波のSliding signを利用することで高い評価精度を得ているが、施行にかかる時間と労力やエコー施行者の技術の差など実際に通常診療の運用には課題がある。

②CT³⁾

動的換気による4D-CTも評価可能とされているが、必要となる特殊なマルチスライスCTを導入する施設は限定され汎用性が低いこと、また施行に長時間要し、実臨床応用されていない。

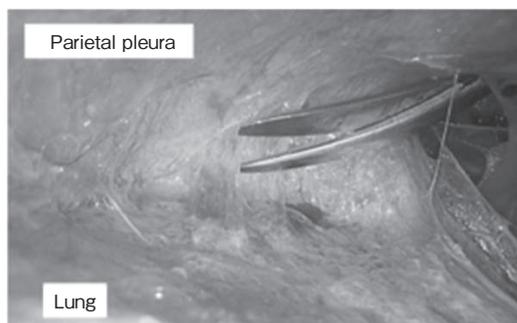


図1 胸膜癒着 癒着を剥離する様子

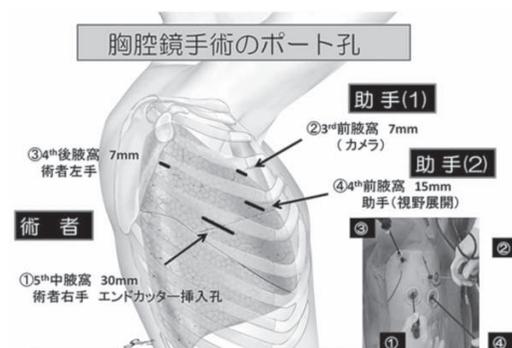


図2 胸腔鏡手術の際のポート挿入部位 一般的な胸腔鏡手術の際に挿入するポートの部位 [がん研有明病院ホームページ参照](#)

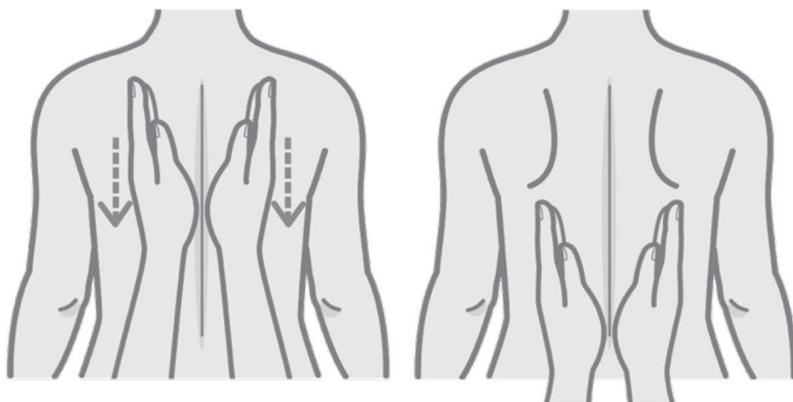


図3 声音振盪 両手を患者さんの背中当てて、手に伝わる振動で声音振盪を確認する。

③声音振盪⁴⁾

患者への侵襲がなく、かつ簡便に評価できる手法だが、人の感覚に頼っており客観性に乏しく、評価者の熟練が必要となることが課題であり、実臨床では活用されない。

上記の背景から、本研究では、胸腔鏡手術予定者の肺音を聴取し、その後手術時に直接癒着の有無を確認することで、胸膜癒着の有無に関係する肺音の特徴を探索する。

2. 研究目的

前向き観察研究により、手術予定の患者の肺音や声音を収集し、音響特性に特異点があるかを、機械学習を含めて探索的に検討する。そして胸膜癒着の有無を判別する人工知能、深層学習モデルを構築することで、術前に音のみで客観的かつ簡便な胸膜癒着判別を可能にする。将来的に医師・患者ともに負担をかけない客観性のある鑑別手法を確立するため、本研究は胸膜癒着を音により特定するモデル作成の足掛かりとして重要である。

3. 研究内容

我々は、従来から存在する胸膜癒着の評価方

法である声音振盪（図3）に着目した。

声音振盪は胸膜癒着により肺の生理的な動きが抑制され、正常な肺と比較して異なる呼吸音または声音が得られることから、低い声音を発した際に左右の肺から伝わる音の差を聞き分けることで癒着の有無を判別する方法である。患者に対して侵襲がなく、かつ簡便に評価できる手法だが、人の感覚に頼っており客観性に乏しく、評価者の熟練が必要となることが課題である。

そこで、本研究では、手術を予定している患者に対し、胸腔鏡挿入予定箇所を中心に体表部の複数箇所に電子聴診器を取り付け肺音ならびに声音を取得する。肺音ならびに声音を取得後、実際に治療を行い、ポート挿入予定箇所の癒着の有無を確認し、胸膜癒着による音響特性に特異点があるかを、機械学習を含めて探索的に検討する。具体的にはフーリエ変換した肺音情報を、メルスペクトログラムとして図式化し、ニューラルネットワークを用いて特徴量を検出する。尚、本研究では胸壁超音波によるスライディングサインを胸膜癒着所見として参照する。またタルクによる胸膜癒着術後の肺癌患者をコントロールとして最大10名分肺音を収集する。

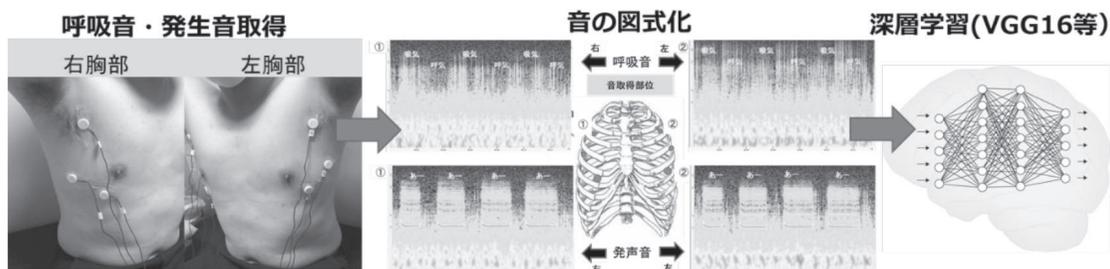


図4 研究の概要

4. 研究計画

胸腔鏡下手術予定の患者50名から健側3か所・患側3か所の計6か所に複数の電子聴診器を取り付け肺音ならびに声音を取得する。従って300の呼吸音データ、300の声音データを取得する。また、経胸壁超音波によるSliding signを胸膜癒着所見として参照する。その後手術時に、ポート挿入予定箇所の癒着の有無を確認する。また同じ聴取・超音波検査を、タルク等による胸膜癒着術後の肺癌患者に行い、胸膜癒着音のコントロールとする。音響特性は、フーリエ変換した肺音・声音情報を、メルスペクトログラム等として図式化した音データをVGG16、simCLR等のニューラルネットワークを用いてモデル化する(図4)。

5. 特色・独創的な点

①胸膜癒着の確実な情報

岡山大学病院では年間300例の胸腔鏡手術のビデオ所見により胸膜癒着状態、部位の確実な情報が取得できる。術前の呼吸音・声音と癒着の情報を比較可能である。

②声音振盪への着目

上述したが我々は、胸膜癒着の評価方法として従来からなる声音振盪に着目した。声音振盪は胸膜癒着により肺の生理的な動きが抑制され、正常な肺と比較して異なる呼吸音または声音が得られることから、低い声音を発した際に左右の肺から伝わる音の差を聞き分けることで癒着の有無を判別する方法である。人工知能・深層学習は医療者が見分けられる情報についてはその特徴を精度高く判断できる。

③超音波所見との比較

胸腔鏡手術では患側の胸膜癒着の情報が得られるが、対側の情報は得られない。呼吸音・声音の左右差を比較する際に、対側胸膜に癒着がないことを傍証するため超音波によるSliding signを確認する。

6. 研究完成時の予想される成果と社会生活、日常生活に与える影響

本研究の成果をもとにして、将来的に胸膜癒着の有無を判別できるアルゴリズムを構築することが出来れば、術前に肺音ならびに声音を取得するだけで胸膜癒着の有無が客観的に診断で

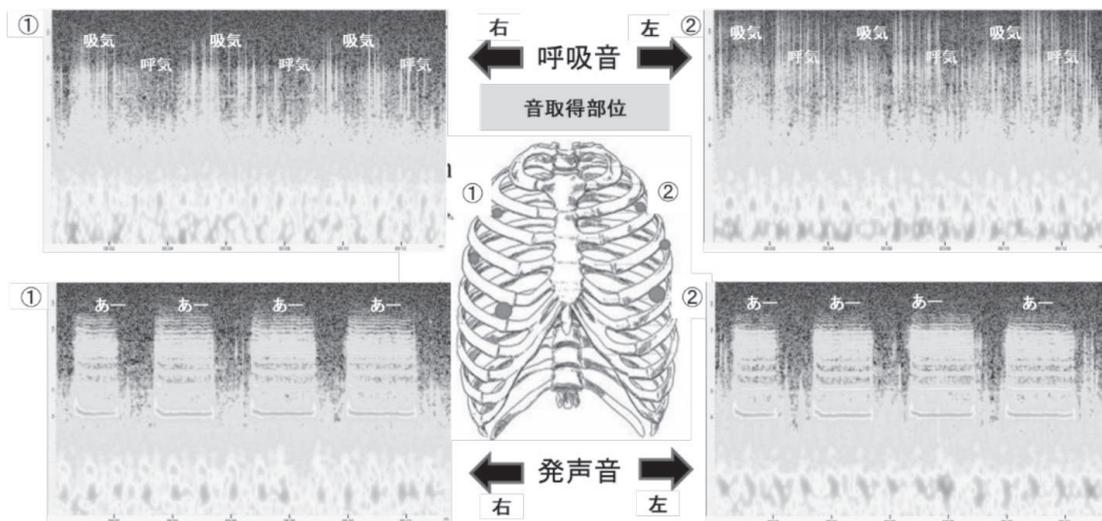


図5 自験例 肺障害のない正常人の呼吸音メルスペクトrogram

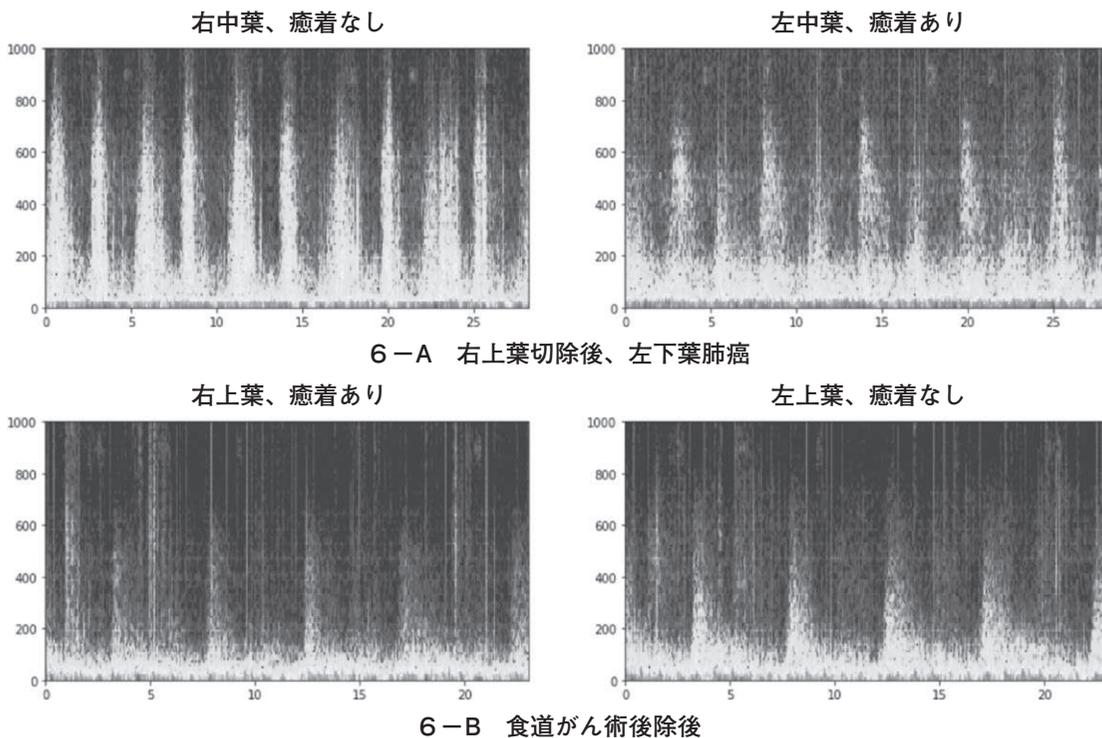


図6 一部に癒着のある患者 (6-A、6-B) の呼吸音メルスペクトrogram

きるようになれば、下記2点が期待できる。

- 胸腔鏡手術前に聴診するだけで胸膜癒着のある部位へのポート挿入を避けることができ、肺手術時の出血ならびに臓器損傷リスクが低減される。
- タルク、ピシバニールを用いた胸膜癒着が成功かどうかを非侵襲的にベッドサイドで簡便に、そして経時的に繰り返し診断可能となる。

7. 進捗状況

我々は自験例として、健常人では左右差がない呼吸音・声音の取得、客観的なスペクトログラム作成が可能であることを確認した(図5)。

さらに本研究は、前向き観察研究として2022年7月15日に岡山大学倫理審査委員会に承認された。参加者には適切な同意を取得した上で10

月中旬時点で10名を登録している。患者情報は仮名匿名化加工を行った上で解析する。

図6に2例の深呼吸時の呼吸音メルスペクトログラムを示す。6-A、6-Bともに癒着がある肺の呼吸音は全体として減弱している。また6-Aの癒着側(左中葉)では、特に呼気音が減弱している。今後さらに症例を積み重ね、胸膜癒着時呼吸音の特徴を示すAIモデルを作成する。

関連文献

- 1) 小林ら 胸部外科 74(7), 509 - 513, 2021.
- 2) 安川ら 胸部外科 72(8), 567 - 569, 2019.
- 3) Euro Radiol. 2019 (10) : 5247 - 5252.
- 4) 山木戸ら 日内会誌 86 : 2206 - 2212, 1997.