

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：23304

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12900

研究課題名（和文）非侵襲で簡便な閉塞性肺疾患診断支援システムの構築

研究課題名（英文）Development of a simple and noninvasive diagnostic support system to assess lung function.

研究代表者

井澤 純子（Izawa, Junko）

公立小松大学・保健医療学部・講師

研究者番号：10400144

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：慢性閉塞性肺疾患（COPD）は重篤な呼吸疾患の一つであり、この疾患の非侵襲的かつ在宅使用できる診断システムの構築が強く求められている。本研究の目的は、疾患の早期発見や在宅医療支援を行うことができる「非侵襲で簡便なCOPD診断支援システム」の構築である。本研究では、3次元スキャナと3次元深度センサを用いて胸部を撮影し、距離、および動きの情報を取得する。同時に、3軸加速度センサで波形情報を計測し肺活量と1回換気量を推定した。3次元深度センサ、3軸加速度センサを用いた簡易的な肺機能検査方法について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

慢性閉塞性肺疾患（COPD）は重篤な呼吸疾患の一つであり、この疾患の非侵襲的かつ在宅使用できる診断システムの構築が強く求められている。本研究ではこの疾患の非侵襲的かつ在宅使用できる診断システムの構築のための検討を行った。本研究では、3次元深度センサを用いて外部から胸部を撮影し、距離、および動きの情報を、3軸加速度センサで波形情報を計測した。同時にスパイロメトリーによる肺機能検査を行い、一回換気量を推定した。本結果により外部計測による呼吸機能解析手法の開発が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is the typical disease of the obstructive type, and one of the most serious respiratory diseases. Therefore, there is a strong need for a non-invasive, simple diagnostic support system for the diagnosis of COPD. The purpose of this research is the development of a non-invasive and simple diagnostic support system for the diagnosis of COPD. We report a method we examined to measure lung ventilation using a three-axis accelerometer and a three-dimensional depth sensor.

研究分野：画像解析

キーワード：COPD 3次元深度センサ 肺機能検査 3軸加速度センサ

## 1. 研究開始当初の背景

呼吸器疾患には拘束性、閉塞性、混合性がある。拘束性疾患の代表的なものとしては肺線維症があり、肺の線維化と共に肺活量の減少が起きる。閉塞性疾患の代表的なものに、慢性閉塞性肺疾患(COPD)がある。従来、肺気腫や慢性気管支炎と呼ばれてきた病気の総称で、喫煙習慣を背景に中高年に多発する疾患である。現在、40歳以上の人口の8.6%、約530万人のCOPD患者が存在すると推定され、COPDは死亡原因の全体で9位、男性では7位を占める重篤な疾患の一つである[i]。

肺疾患の検査方法としては、呼吸機能検査(スパイロメトリー)、画像診断装置による検査がある。COPDは吸気、呼気の異常に特徴があるため、肺気量分画(呼吸機能検査)を行う事により判別が可能となる。しかし、この呼吸機能検査は、「大きく息を吸って一気に吐き出す」ことが必要であり、呼吸器疾患患者にとっては特に負担が大きいことが問題になる。一方、X線CTやSPECT(Single Photon Emission CT)などの画像による検査は肺内部の状態が視覚的に診断できるが、特定の大きな施設でのみ検査が可能であるという制限が問題になる。以上の背景より、COPDの病態を多数の被検者を短時間で検査する健康診断などで早期発見することが難しく、その結果、治療が困難な状態になるまでCOPDを検出できない事例が多い。また、これまでのCOPDの検査は、通院が困難な要介護者や高齢者に対し在宅で行えないことも解決すべき課題となっている。

申請者は、X線CT画像などの医用画像から臓器の形状を高精度かつ効率的に解析する技術の開発に取り組んできた。本研究では、これまでの画像技術開発の研究を発展させ、3次元スキャナによる肺の形状解析技術、および3次元深度センサを用いた呼吸による肺の形状変化を検出する技術を確立する。さらに、これらの技術を研究分担者の深澤教授が構築を進めている3軸加速センサによる呼吸の波形情報の解析技術と融合させることで、COPDの簡便な診断支援システムの構築を目指す。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、胸部外観の形状解析と3軸加速度センサによる波形解析の融合技術により、新規のCOPDの検査手法を開発すること、さらにこの手法に基づいて、2) COPDに対する病態の早期検出と在宅診断を可能にする「非侵襲で簡便なCOPD診断支援システム」の構築を目指す事である。

## 3. 研究の方法

COVID-19による影響で外部の被験者、疾患のある被験者を募ることが難しく、当初の予定を変更し人工呼吸器と肺シミュレータを用いた実験環境を構築し実験を行った。

### 1. 人工呼吸器と肺シミュレータを用いた実験

換気量はフローアナライザで確認を行い、一回換気量を400, 500, 600, 700 [ml]とした。人工呼吸器の設定は量規定換気とし呼吸回数15回、吸気終末休止(EIP)・呼気終末陽圧(PEEP)は無し、吸気呼気比1:2とした。肺シミュレータに3軸加速度センサを張り付け、約1[m]の距離から、3次元深度センサを用いて、距離値の測定を行った。疾患を模するため、肺シミュレータのコンプライアンスを変更した実験も行った。

### 2. 健康な成人男性に対する肺機能検査実験

健康な成人男性 5 名に対し、肺下部に 3 軸加速度センサを装着し、約 1 [ m ] の距離から 3 次元深度センサを用いて呼吸時のデータを取得した。また同時期にスパイロメータによる肺機能検査も行い、これを正解とし、肺機能の推定を行った。

### 3. 測定位置を複数にした実験

測定位置を複数にし、シミュレーション環境と健康な被験者に対する実験を行った。

### 4. 研究成果

研究では、安静呼吸時の肺の動きを簡単に測定したり、非侵襲で簡便に検査する「非侵襲で簡便な肺機能診断支援システム」の構築を目指している。3 軸加速度センサと 3 次元深度センサを用いた換気量の測定方法について検討し、人の生理学的な呼吸を模した人工呼吸器と肺シミュレータによる実験と健康な成人男性に対する実験により、簡易的な肺機能検査として利用できる可能性を示すことができた。

健康な成人男子のボランティアに対する実験において、3 軸加速度センサでは、シミュレータと人間における呼吸運動の速度に違いがあり、実用化にはさらに検討が必要であることがわかった。3 次元深度センサは、速度ではなく肺の体積の違いを距離値から推定した。被験者はスパイロメータで一回換気量を測定し、3 次元深度センサで測定した距離値のデータとシミュレータから得られた値を比較した。被験者数が少なく誤差はあるものの、シミュレータと同様の傾向の結果が得られ、肺機能検査の可能性を示すことができた（図 1）。これらは非侵襲であり、簡易な検査方法として期待できる。今後、健康者、疾患のある被験者に対してさらに実験を行い、簡便な肺機能検査方法の確立を目指す。

測定位置を複数にした実験、疾患を模した実験については、データの解析中であり、今後結果を論文にして公表する予定である。

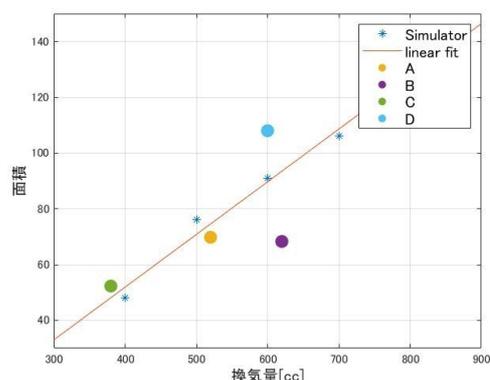


図 1 健康者の一回換気量と提案手法による換気量との関係

### 参考文献

- i. 日本呼吸器学会:  
[http://www.jrs.or.jp/modules/citizen/index.php?content\\_id=12](http://www.jrs.or.jp/modules/citizen/index.php?content_id=12) (2018 年 10 月検索)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 井澤純子, 松岡光希, 深澤伸慈	4. 巻 91
2. 論文標題 3軸加速度センサと3次元深度センサを用いた呼吸検査方法に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本医療機器学会	6. 最初と最後の頁 433-438
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Junko Izawa, Kouki Matsuoka, Shinji Fukasawa
2. 発表標題 A method of analysis of pulmonary function by movement of the left and right lungs using a three dimensional depth sensor
3. 学会等名 APSR2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡光希, 深澤伸慈, 井澤純子
2. 発表標題 3軸加速度センサを用いた肺機能検査
3. 学会等名 第96回日本医療機器学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡 光希, 深澤 伸慈, 井澤 純子
2. 発表標題 3軸加速度センサを用いた肺機能検査
3. 学会等名 第96回日本医療機器学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	深澤 伸慈  (Fukasawa Shinji)  (30461859)	神奈川工科大学・健康医療科学部・特任教授    (32714)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------