

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：17501  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2018～2023  
課題番号：18K11377  
研究課題名（和文）マイクロホンアレイを用いた肉伝導における音源位置推定と雑音抑圧に関する研究  
  
研究課題名（英文）A study of sound source position estimation and noise suppression in body-transmitted sound using microphone array  
  
研究代表者  
西島 恵介（Nishijima, Keisuke）  
  
大分大学・理工学部・助教  
  
研究者番号：30237698  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、マイクロホンアレイにより複数位置の聴診音から狭窄位置を推定し、推定した位置の聴診音で正常・狭窄を正しく判定できることを目的とした。そのため、血管の狭窄位置を推定するための特徴量を定義した。また、複数位置で計測したシャント音を用いて狭窄位置を推定する手法を提案した。その結果、狭窄位置（とその近傍）を推定できることを示し、狭窄位置での識別の有用性を示した。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

血液透析患者の多くは静脈と動脈を吻合させシャントを形成する。シャントは経時変化等により血管の狭窄を起すという問題があり、日頃から管理する必要がある。本研究の進展により、患者自身が血管の状態を把握することが容易になれば、早期に狭窄への対応が可能となり、患者の身体的負担や金銭的負担、社会保障費を軽減することが可能となる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to estimate the location of stenosis from auscultatory sounds at multiple positions using a microphone array, and to correctly determine whether the blood vessel is normal or stenotic using the auscultatory sounds at the estimated positions. To this end, we defined features for estimating the location of stenosis in blood vessels. We also proposed a method to estimate the location of stenosis using shunt sounds measured at multiple positions. As a result, we demonstrated that the location of stenosis (and its vicinity) can be estimated, and demonstrated the usefulness of discrimination at the location of stenosis.

研究分野：音メディア処理

キーワード：シャント音 マイクロホンアレイ 狭窄位置

### 1. 研究開始当初の背景

血液透析患者の多くは静脈と動脈を吻合させシャントを形成する。シャントは経時変化等により血管の狭窄を起こすという問題があり、日頃から管理する必要がある。血管の状態を把握するための主な方法はシャントから発生する血流音(シャント音)を聴診する方法であるが、狭窄がある場合でも狭窄位置から離れて聴診すると通常の血流音との判別が困難になる。

したがって、専門家でなくとも簡便に狭窄位置、狭窄度をチェックする仕組みを実現することは非常に重要である。

### 2. 研究の目的

図1に研究概念図を示す。従来は、狭窄位置での集音に熟練が必要であり、狭窄位置に近いと思われるデータを利用していった。本研究では、狭窄位置を推定し、狭窄位置でのシャント音により判定する。

そのため、狭窄位置を推定する仕組みを確立し、さらに、推定した位置のシャント音を用いて正常・狭窄を識別する仕組みの確立を目的とする。

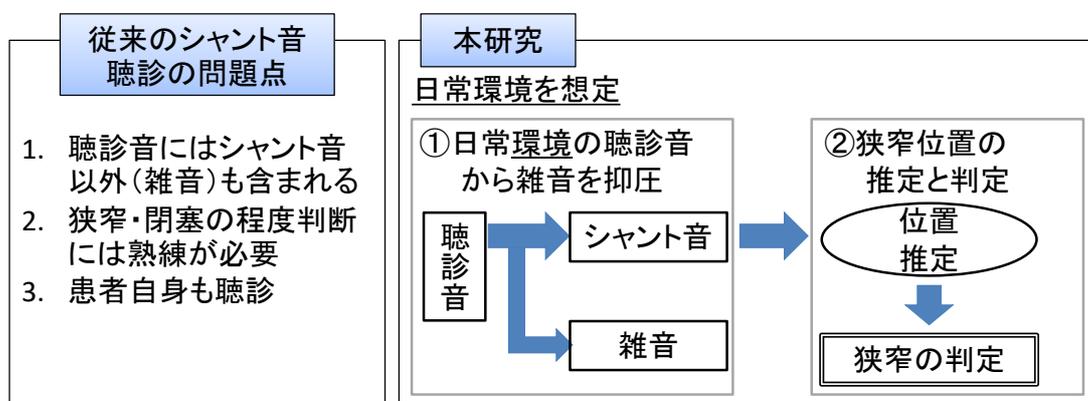


図1 研究概念図

### 3. 研究の方法

#### (1) 複数の聴診音から狭窄位置を推定する仕組みを確立する

- ① 聴診音の音響特徴を分析する  
医療従事者がシャントの状況把握を学習するための音源を分析する。分析手法としてはスペクトログラム、ウェーブレット変換等を用いて音響特徴量を計算し、狭窄位置の特徴を明らかにする。
- ② 位置推定の仕組みを確立する  
分析結果を元に、位置推定のための音響特徴量を定義する。

#### (2) 推定位置の聴診音を用いて、正常・狭窄を判定する仕組みを確立する

正常・狭窄を判定するためのアルゴリズムを検討する。2クラス分類の学習アルゴリズム、クラスタリングアルゴリズムを比較し、聴診音の識別に有用な仕組みを確立する。

### 4. 研究成果

研究の方法(1)に関して、特徴量として複数センサ間の差分平均を定義した。図2に概念図を示す。



図2 複数センサ間の差分平均

数式で表すと以下の通りである。ある測定位置  $i$  の特徴量  $af_i(t, \omega)$  は

$$af_i(t, \omega) = \frac{\sum_{j=1}^N (sp_i(t, \omega) - sp_j(t, \omega))}{N - 1}$$

で求められる。ここで、 $sp_i(t, \omega)$  はある測定位置  $i$  のスペクトログラム、 $N$  は測定センサの数とする。本特徴量で狭窄のある聴診音から特徴抽出した結果を図 3 に示す。この聴診音では、位置#2、#3 で狭窄の特徴が現れているのが確認でき、狭窄の特徴を捉えられていることがわかる。この特徴量を用いて、狭窄位置の推定を行った結果、67%が正しく推定できた。誤推定は全て正しい位置から 1 つズレている位置であり、狭窄位置の近傍は捉えられることがわかった。

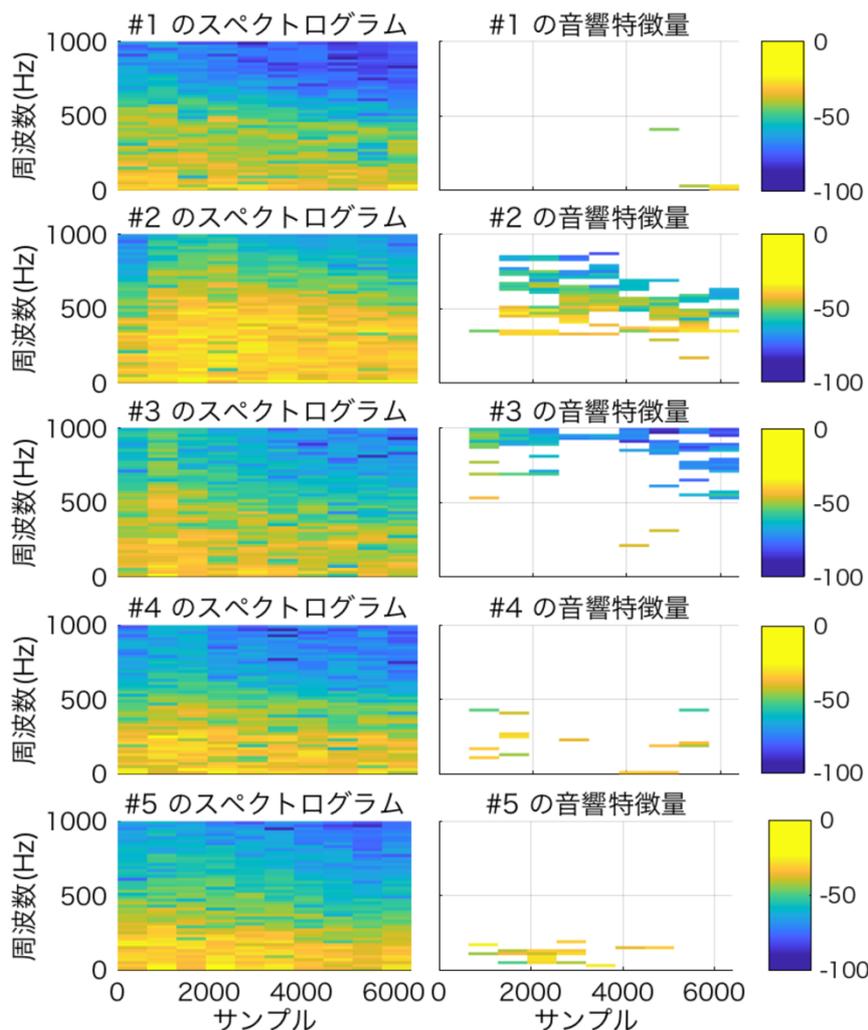


図 3 位置推定のための音響特徴量

研究の方法(2)に関して、学習アルゴリズムとして、サポートベクターマシン、ランダムフォレスト、勾配ブースティング決定木を検討した。音響特徴量としては、相関係数、周波数のピーク、メル周波数ケプストラム係数、2次元特徴量、また、それら特徴量の組合せによる識別を試みた。その結果、学習アルゴリズムに勾配ブースティング決定木を用いて、音響特徴量の組合せ毎に学習モデルを作成し、作成した複数の学習モデルのアンサンブル学習による識別が最も良い結果となった。複数の学習アルゴリズムの組合せについては未検討である。

本研究は、研究期間がコロナ禍であったため、当初計画していたデータ収集を行うことが出来なかった。そのため、検証データが不足していることが考えられる。汎用性を高めるためにも、今後、データを増やし、本研究の有効性を新たなデータで実証することが必要であると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5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 Nishijima Keisuke, Furuya Ken'ichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Improvement of Vascular Stenosis Detection by Screening Uncertain Data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 2023 International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-Taiwan)	6. 最初と最後の頁 549-550
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICCE-Taiwan58799.2023.10226797	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 -
1. 著者名 Nishijima Keisuke, Furuya Ken'ichi	4. 巻 4
2. 論文標題 Detection of Vascular Stenosis using Average of Differences between Multiple Positions in Shunt Sound	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	6. 最初と最後の頁 642-643
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LifeTech53646.2022.9754741	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 -
1. 著者名 Nishijima Keisuke, Higashi Daisuke, Furuya Ken'ichi	4. 巻 1194
2. 論文標題 A Method of Data Augmentation for Shunt Murmur Angiostenosis Detection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 560-568
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-50454-0_58	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 -
1. 著者名 Fumiya Noda, Daisuke Higashi, Keisuke Nishijima, and Ken'ichi Furuya	4. 巻 993
2. 論文標題 Classification of Arteriovenous Fistula Stenosis Using Shunt Murmur Analysis and Random Forest	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 723-732
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-22354-0_65	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 -

1. 著者名 Higashi Daisuke, Tanaka Keiko, Shin Satoko, Nishijima Keisuke, Furuya Ken'ichi	4. 巻 772
2. 論文標題 Classification of Arteriovenous Fistula Stenosis Using Shunt Murmurs Analysis and Support Vector Machine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 884-892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-93659-8_81	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9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 クラスタ分析を用いた不確かなラベルデータの選別による血管狭窄検出
3. 学会等名 日本音響学会2022年秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 血管狭窄検出における複数位置での特徴量の評価
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 複数位置のシャント音を用いた血管狭窄検出
3. 学会等名 日本音響学会2022年春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 データ拡張を用いた複数位置のシャント音特徴量による狭窄の識別
3. 学会等名 日本音響学会2020年秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 シャント音における複数センサ間の差分平均を用いた血管狭窄検出
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 複数位置の聴診から得られたシャント音特徴量を用いた狭窄の識別
3. 学会等名 日本音響学会2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 シャント音血管狭窄検出における伸縮処理を加えた特徴量算出法
3. 学会等名 日本音響学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 複数位置シャント音特徴量を用いた狭窄の識別
3. 学会等名 日本音響学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西島恵介
2. 発表標題 複数位置の聴診から得られたシャント音の特徴分析
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2019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	古家 賢一  (Furuya Ken'ichi)  (10643611)	大分大学・理工学部・教授    (17501)	

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
---------	---------