

平成 28 年 10 月 13 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560305

研究課題名(和文)メル周波数ケプストラム分析技術を用いたCOPD患者の咳嗽のアルゴリズム化

研究課題名(英文)An algorithm of cough pattern of COPD patients using mel-capstrum analysis

研究代表者

青山 朋樹 (AOYAMA, TOMOKI)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90378886

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)：慢性閉塞性肺疾患(Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD)を始めとする慢性呼吸器疾患において咳嗽は高頻度に訴える自覚症状であり、投薬や、呼吸リハビリテーションを実施する際の指標となる重要な他覚症状になる。本研究においてはメル周波数ケプストラム分析法を用いて咳嗽のアルゴリズム化を行い、咳嗽特徴の定量化、症状との関連を分析することを目的とする。結果はCOPD患者における急性増悪における咳嗽変化予測が可能な定量評価が可能になったことが明らかになった。本研究を実施する事で、COPDを含む慢性呼吸器疾患患者のセルフケアを向上し、診療補助となる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Cough is an important subjective complaint for Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patient. it is also the objective symptom to decide the medication and rehabilitation. In this project, it is aimed to quantify the cough of COPD patients using mel-capstrum analysis. It was succeeded that the pattern of cough was divided depending to the symptom of patients. The result of this study is useful for promoting the self-care of COPD patients.

研究分野：リハビリテーション医学、整形外科学、再生医学

キーワード：リハビリテーション メル周波数ケプストラム分析 COPD

1. 研究開始当初の背景

慢性閉塞性肺疾患(Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD)を始めとする慢性呼吸器疾患において咳嗽は高頻度に訴える自覚症状であり、投薬や、呼吸リハビリテーションを実施する際の指標となる重要な他覚症状になる。しかしながらこれまでに咳嗽を定量化する技術は存在せず、主に医師による主観評価が主体であった。

2. 研究の目的

本研究においてはメル周波数ケプストラム分析法を用いて咳嗽のアルゴリズム化を行い、咳嗽特徴の定量化、症状との関連を分析することを目的とした。

3. 研究の方法

COPD 患者 10 名に 1 ヶ月間、音響サンプリングレコーダーを持って頂き、毎日咳嗽をサンプリングする。この音響情報をメル周波数ケプストラム分析法を用いて数値化を行い、臨床症状(医師による聴診結果、体調変化質問紙; COPD assessment test (CAT)、Cough and Sputum Assessment Questionnaire (CASA-Q) の変化と比較し、その数値情報の臨床的価値について検討した。

解析に用いたアンケートの数値

| 絶対値成分 | |
|--------|--------|
| ■ | 咳 |
| ■ | 痰 |
| ■ | 息苦しさ |
| ■ | 息切れ |
| トレンド成分 | |
| ■ | △ 咳 |
| ■ | △ 痰 |
| ■ | △ 息苦しさ |
| ■ | △ 息切れ |

具体的な解析手法は以下に記す。 咳嗽トレンド成分分析

トレンド成分 を考慮することで、今後病状がどのように変化していくかを、現在の咳嗽音声から予測する。

$$i=(i+1 \text{ 日の値}) - (i \text{ 日の値})$$

MFCC 改良

通常の教師あり LPP では同じラベル間のユークリッド距離のみを考慮する。今回は比較するアンケート指標を 1 から 5 までの離散値は単なるラベルではなく臨床値であることから単なるラベルとして扱わずに数値的な意味を考慮して affinity 行列 W を決定した。

$$W_{ij} = \exp\left(-\frac{d_{ij} D_{ij}}{t}\right)$$

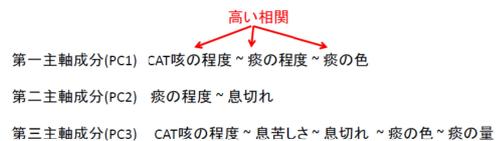
d_{ij} はデータ i, j 間のユークリッド距離、 D_{ij} は i, j 間のアンケートの数値の差の絶対値、 t は定数。

4. 研究成果

COPD 患者における急性増悪における咳嗽変化予測が可能な定量評価が可能になった。

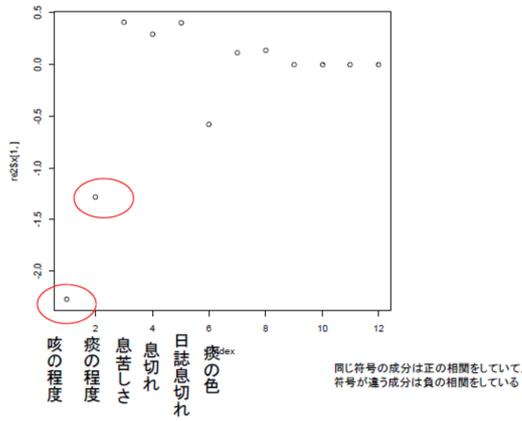
分析方法についての詳細及び成果は以下に記載する。今回比較した臨床症状は Cough and Sputum Assessment Questionnaire (CASA-Q) である。

CATのスコア同士の相関を求めて、どの項目とどの項目が関連が強いのかをPCAで求めた。ここで得られたPC1~PC3は医学的にどうか解釈をつけることができないだろうか。

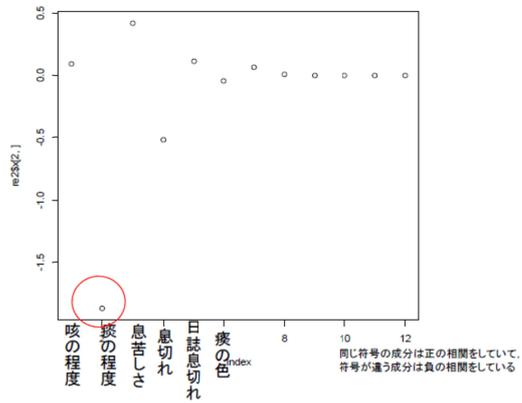


| Importance of components: | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|---------|--|--|--|--|--|
| PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 | | | | | |
| Standard deviation | 0.8989 | 0.7602 | 0.4968 | 0.44222 | 0.40841 | 0.30871 | | | | | |
| Proportion of Variance | 0.3680 | 0.2612 | 0.1124 | 0.08906 | 0.07557 | 0.04341 | | | | | |
| Cumulative Proportion | 0.3680 | 0.6312 | 0.7436 | 0.83267 | 0.90864 | 0.95204 | | | | | |
| PC8 | PC9 | PC10 | PC11 | PC12 | | | | | | | |
| Standard deviation | 0.21300 | 4.542e-17 | 3.2096e-17 | 4.578e-18 | 3.736e-18 | | | | | | |
| Proportion of Variance | 0.02096 | 0.000e+00 | 0.000e+00 | 0.000e+00 | 0.000e+00 | | | | | | |
| Cumulative Proportion | 1.00000 | 1.000e+00 | 1.000e+00 | 1.000e+00 | 1.000e+00 | | | | | | |

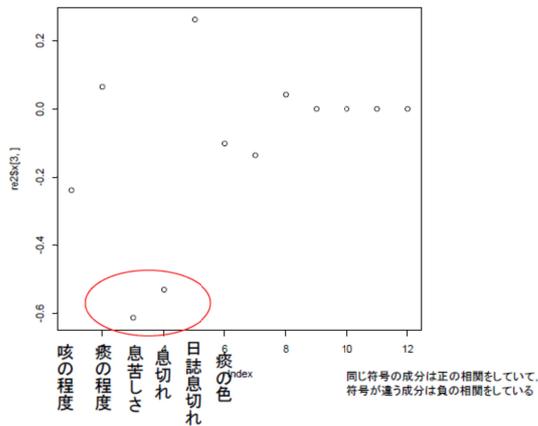
第一主軸成分の内訳



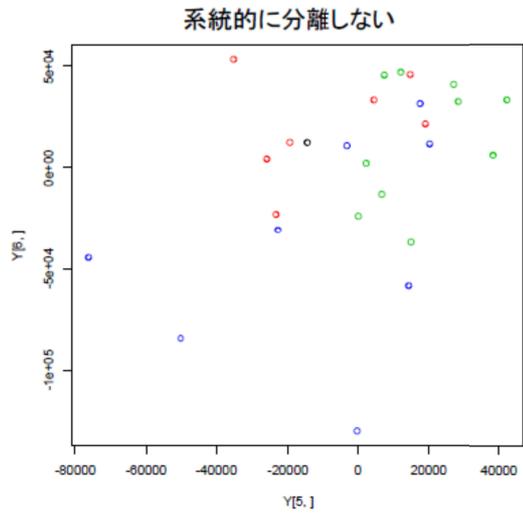
第二主軸成分の内訳



第三主軸成分の内訳

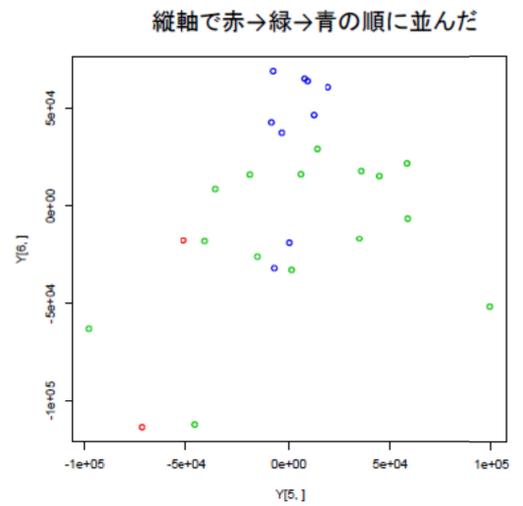


CAT咳の程度



黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

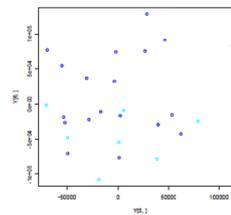
CAT痰の程度



黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

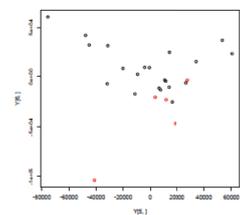
ぜーぜー

縦軸でゆるく分離



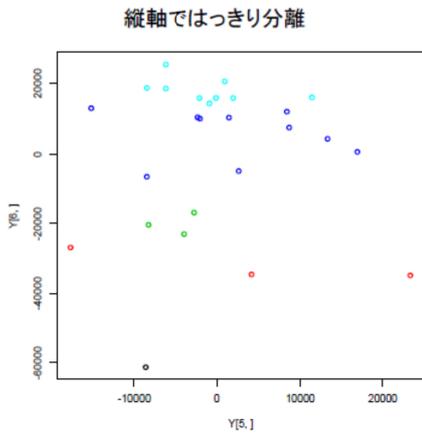
憎悪

縦軸でゆるく分離



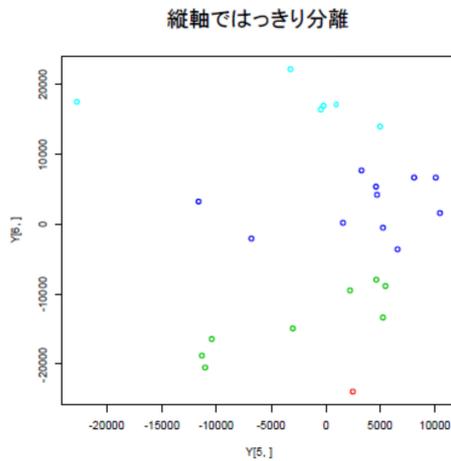
黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

PC1との相関



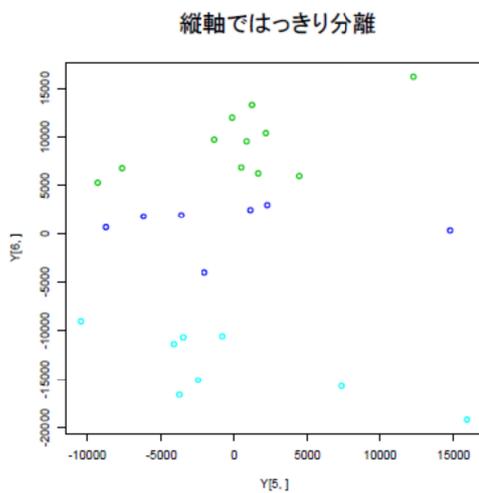
黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

PC2との相関



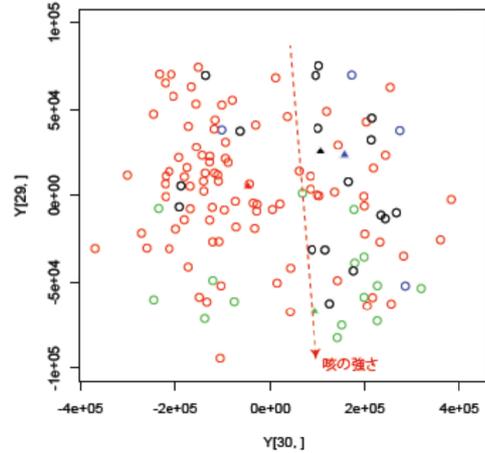
黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

PC3との相関

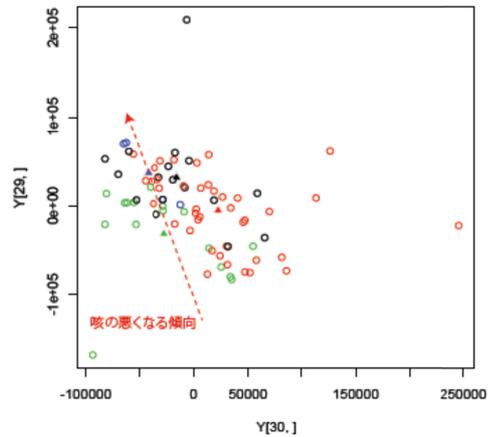


黒→赤→緑→青→水色の順で数値が高くなる

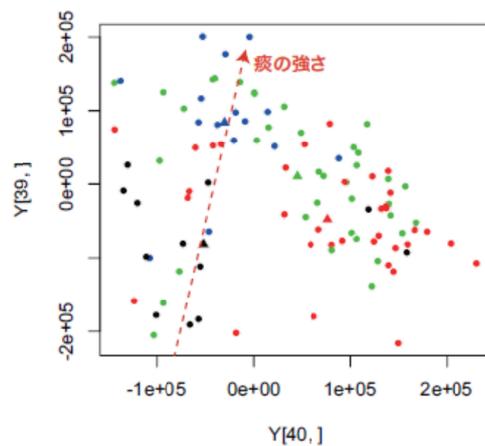
咳嗽の絶対値成分



咳嗽のトレンド分析



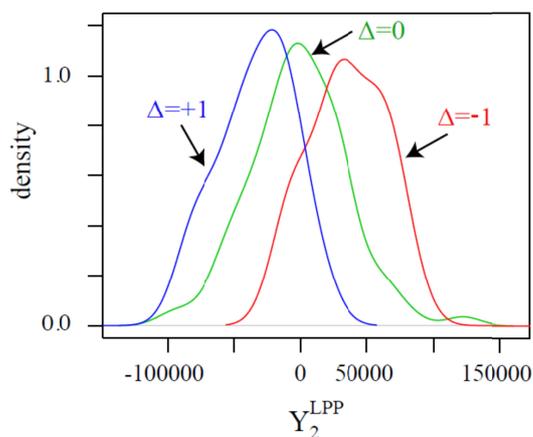
痰の絶対値分析



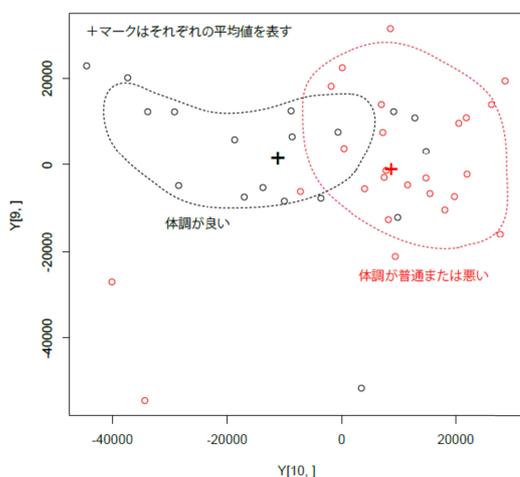
これらの結果からのまとめ及び解釈

グラフの x 軸、y 軸はそれぞれ LPP の第一成分、第二成分を表している。数値は黒、赤、緑、青の順に大きくなる。

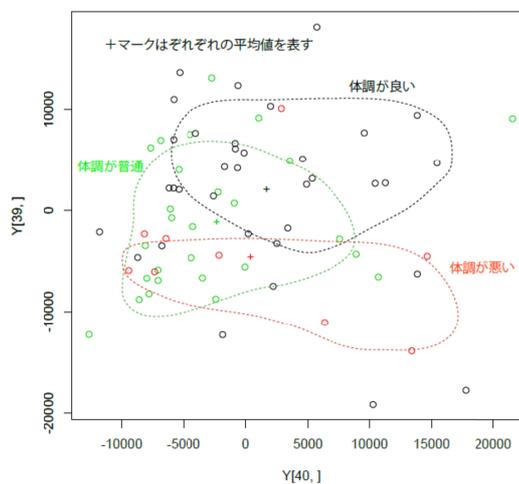
咳トレンド成分 LPP第二主成分密度



咳嗽の絶対値、トレンド、及び痰の絶対値の傾向のみが音声との相関を示した。このことから咳嗽に関してはトレンドの相関を認めた。すなわち、本日の咳嗽を測定する事で次の日に咳嗽が悪化することを示唆している。



これらの解析結果をもとに以下のように音声解析の結果、COPD 患者の体調予測が可能な結果を得た。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

1. Adachi D, Nishiguchi S, Fukutani N, Kayama H, Tanigawa T, Yukutake T, Hotta T, Tashiro Y, Morino S, Yamada M, Aoyama T. Factors associating with shuttle walking test results in community-dwelling elderly people. *Aging Clin Exp Res*. 2015 Dec;27(6):829-34.
2. Adachi D, Yamada M, Nishiguchi S, Fukutani N, Hotta T, Tashiro Y, Morino S, Shirooka H, Nozaki Y, Hirata H, Yamaguchi M, Aoyama T. Age-related decline in chest wall mobility: a cross-sectional study among community-dwelling elderly women. *J Am Osteopath Assoc*. 2015 Jun;115(6):384-9.
3. Fukutani N, Yamada M, Nishiguchi S, Yukutake T, Kayama H, Tanigawa T, Adachi D, Hotta T, Morino S, Tashiro Y, Aoyama T, Tsuboyama T. The physiological characteristics of community-dwelling elderly Japanese with airflow limitation: a

cross-sectional study. Aging Clin Exp Res. 2015 Feb;27(1):69-74.

4. Nishiguchi S, Ito H, Yamada M, Yoshitomi H, Furu M, Ito T, Shinohara A, Ura T, Okamoto K, Aoyama T, Tsuboyama T. Self-assessment of Rheumatoid Arthritis Disease Activity Using a Smartphone Application. Development and 3-month Feasibility Study. Methods Inf Med. 2016 Jan 8;55(1):65-9.

〔学会発表〕(計4件)

1. 伊藤 宣、西口 周、吉富啓之、布留守敏、青山朋樹、松田修一、三森経世。スマートフォンを用いた患者立脚型疾患活動性評価-縦断的比較研究-。第58回日本リウマチ学会総会・学術集会。2014.4.24-4.26。東京都。
2. Nishiguchi S, Ito H, Yamada M, Yoshitomi H, Furu M, Ito T, Shinohara A, Ura T, Okamoto K, Aoyama T, Tsuboyama T. Daily assessment of rheumatoid arthritis disease activity using a smartphone application: Development and 3-month feasibility study. The 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare. 2014.5.20-23. Oldenburg, Germany
3. 足達大樹,西口周,福谷直人,加山博規,谷川貴則,行武大毅,田代雄斗,堀田孝之,森野佐芳梨,山田実,青山朋樹。地域在住高齢者における肺活量と胸郭拡張差との関連。胸郭全体の拡張差を考慮した指標による検討。第49回日本理

学療法学術大会。2014.5.30-6.2。横浜市

4. 足達大樹、西口周、山田実、青山朋樹。地域在住高齢者における呼吸機能と骨量との関連。第56回日本老年医学会学術集会2014.6.12-6.14。福岡市

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://humanalysis-square.com/>

6. 研究組織
(1)研究代表者
青山朋樹 (AOYAMA Tomoki)
京都大学・医学研究科・准教授
研究者番号：90378886
(2)研究分担者
佐藤 晋 (SATO Susumu)
京都大学・医学研究科・助教
研究者番号：40378691
(3)研究分担者
岡本 和也 (OKAMOTO Kazuya)
京都大学・医学研究科・講師
研究者番号：60565018