

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K09527

研究課題名(和文)感情および情動と呼吸生理変化の関係解明と客観評価方法の確立

研究課題名(英文) Establishment of elucidation and objective assessment of the relationships between mental state and respiratory pattern.

研究代表者

黒澤 一 (Kurosawa, Hajime)

東北大学・事業支援機構・教授

研究者番号：60333788

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：総合呼吸抵抗測定装置を用いて心理面の評価に有用である可能性探ることを目的とした。ポリグラフモニターシステムの測定に加えて、MostGraphシステムを新たに加えた新しい評価システムを構築するため呼吸数、呼吸深度、I:E比などの呼吸パターン指標に加え、コヒーレンス等を使った呼吸の安定性やゆらぎに関する指標を新たに記録し表示し、出力可能とした。測定ノイズ除去のための標準化や、意識をしない呼吸のトレーニング、声かけ方法をマニュアル化した。呼吸パターンの処理等、試みたが心理状況を有意に反映するような指標の発見には至らなかった。コヒーレンスも有意に変化させるまでには至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

心理的な変化は呼吸の変化によって現れる。本研究の到達点は総合呼吸抵抗測定装置を応用してその評価を可能にすることである。呼吸機能検査を行った時点で心理的評価が同時にできることで、呼吸困難の程度を推計可能となるなど、呼吸の状況を評価するのに役立つのみならず、心理的な評価目的でも簡便な評価法として応用範囲が広いものである。今後、この研究を続けることによって、精度をあげていき、実用化に近づきたい。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to explore the possibility of psychological evaluation using a comprehensive respiratory resistance measuring device, MostGraph. In addition to the measurement of the polygraph monitor system, the newly created software was used to build a new evaluation system with the addition of the MostGraph system. The index of breath stability and fluctuation using coherence, etc. is newly recorded, displayed, and made available for output. Standardization for removing measurement noise, training of unconscious breathing, and vocalization method were manualized. Although we tried to process the breathing pattern, we could not find an index that significantly reflects the psychological situation. Coherence also did not change significantly.

研究分野：呼吸生理学

キーワード：広域オシレーション法 心理評価 コヒーレンス MostGraph 安静呼吸 ポリグラフ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 呼吸の神経支配と感情 (emotion) と心理

呼吸は中枢神経系によって支配されており、主に、脳幹、大脳辺縁系、大脳皮質の三つの領域からの支配が主となっている (Masaoka Y, et al. Prog Brain Res 2014;209:367)。このうち、脳幹はホメオスタシスを維持する生命維持のために必須のものであり、大脳辺縁系は感情の反映としての無意識な呼吸の変化に関連し、大脳皮質は意識的な意図した呼吸に関連している。呼吸が心理状態と関連していることは、古くから理解されており、多くの人が経験してきた。興奮しているときは、呼吸は高じ、落ち着いてれば呼吸も穏やかである。これらは、無意識のうちの呼吸変化であり、脳幹の呼吸調節に加えて、大脳辺縁系の調節が影響しているものと考えられる。また、感情の変化ばかりでなく、うつや不安などの心理状態も呼吸に深く関わっていて、意識的に呼吸の訓練を行うことにより、これらを緩和し、コントロールすることも可能であることが知られている。

(2) 呼吸抵抗測定機器の新開発

最近、私共の研究グループは、産学連携の研究開発により、総合呼吸抵抗測定装置 (MostGraph-01、チェスト社) を開発した。安静換気のうちに、換気のインピーダンスを評価し、呼吸抵抗や呼吸リアクタンスなどの周波数特性を解析し、その時間経過をも明らかにできるようにした。同機は、2009年より商業化し、わが国を含む6カ国にわたる特許を取得し、保険診療報酬が適用され、現在、国内各地の医療施設において臨床で使用されるに至っている。

(3) 新機器の心理面への応用

私共はこの新機器の開発の実験段階において、目的とする呼吸指標以外に呼吸の様々な指標の測定が可能であることを確認しているが、それらは、商品化の過程で採算や精度などの都合上、多くは省略された。一方、私共はまた、これらの機器での測定を重ねるうちに、被験者に安静呼吸をさせることが困難なときがあることを経験した。機器のマウスピースをくわえて、「安静換気」を指示された途端、呼吸を意識してしまい、自分の安静呼吸なるものがどのようなものなのか混乱してしまうことが多いようだった。本機器を応用すれば、心理面の評価に有用である可能性があるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

呼吸が心理状態と関連していることは、古くから理解されており、多くの人が経験してきた。興奮しているときは、呼吸は高じ、落ち着いてれば呼吸も穏やかである。また、うつ状態と健常な心理状態では、呼吸のありようが異なるかもしれない。本研究は、これまでの評価に新しい呼吸評価機器を加えて評価し、生理反応と心理状況の関係を明らかにするとともに、新しく加えた呼吸指標のそれらへの寄与度を明らかにする。さらに、呼吸評価単独での心理状況評価への応用への可能性を検討したい。

3. 研究の方法

(1) 新しい評価システム

i. 追加ソフトウェアの作成

MostGraph-01 (チェスト社、現有機器) 計測系に対して、新しく追加のソフトウェアを作成した。呼吸数、呼吸深度 (1回換気量)、I:E比 (吸気相と呼吸相の時間比) などの呼吸パターン指標に加え、コヒーレンス等を使った呼吸の安定性やゆらぎに関する指標を新たに解析可能とした。MostGraphは基本的には、ハニング波をオシレーション波として負荷しながら、口腔圧や気流量を測定しているものである。その際、精密な信号処理によって、各指標における時間変化をよみとらせている。それらの処理技術に関しては、わが国と海外計6カ国で特許を取得している。

ii. ポリグラフとMostGraph-01の一体化

これまでのポリグラフモニターシステム (EMBLA N7000、チェスト社、現有機器) と皮膚電極による電気伝導度、加速度脈波測定システム、心拍変動解析、SpO₂ モニタなどの測定 (いずれも現有設備で測定可能) に加えて、追加のソフトウェアを装備したMostGraph-01システムを新たに加えた評価測定システムを構築した。

(2) 健常被験者における測定

健常ボランティア被験者20名において、新しいシステムで測定を行った。測定室内は、静かな環境とし、照度は被験者頭部周囲で200ルクス程度のやや暗い状況とした。測定中、会話は最小限とする。測定は座位で、断続的に安静換気を繰り返してもらった。MostGraph-01の1回の測定時間は40秒とし、3分おきに10回測定する。この間、被験者では同時に、ポリグラフ (脳波、心電図、胸腹壁運動) およびその他も同時測定した。感情を刺激した状況でも測定を行った。

4. 研究成果

(1) システム構築

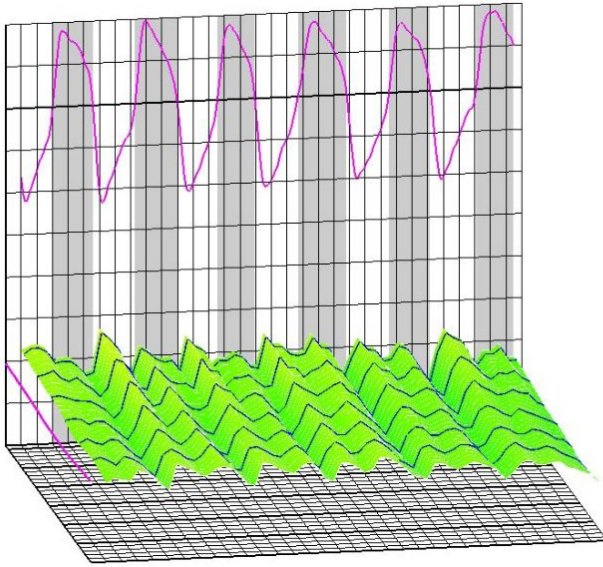
ポリグラフモニターシステムと皮膚電極による電気伝導度、加速度脈波測定システム、心拍変動解析、SpO₂ モニタなどの測定に加えて、MostGraph-01システムを新たに加えた新しい評価システムを構築した。また、そのために新たに作成したMostGraph用ソフトウェアを用いて、呼吸数、呼吸深度 (1回換気量)、I:E比 (吸気相と呼吸相の時間比) などの呼吸パターン指標を同時に測定可能とした。コヒーレンス等を使った呼吸の安定性やゆらぎに関する指標を新たに記録

し表示し、出力可能とした。使用機器である MostGraph は、実験用に適した状況に改良を行った。

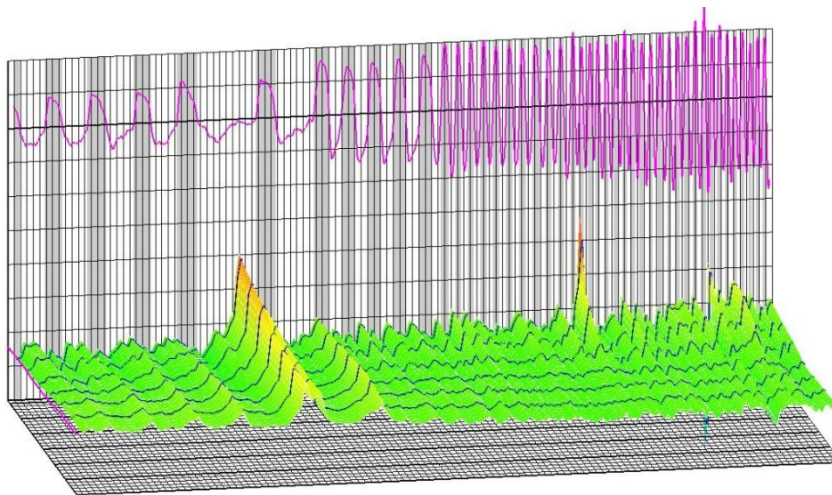
(2) 健常被験者における測定

健常ボランティアの測定を試みた。一回ごとのばらつきが大きく、測定上の雑音となっていて、心理を反映する微妙な変化の検出するために、雑音をキャンセルする方法が必要であった。呼吸パターンのパラメーターの平均と標準誤差を算出していく方法で標準化を試みたところ、安静呼吸3回の測定の平均が10回測定の平均とほぼ近似した値になることが確かめられた。

呼吸のゆらぎやばらつきは、測定開始時に最大であり、測定を繰り返していくうちに測定値が安定していった(図1)。



興奮時の呼吸数増加に対する測定の安定性についても問題ないことを確認した(図2)。



特に、経験のない被験者では、「意識」をしない呼吸は容易ではなく、トレーニングが必要であった。「楽に」、「力をぬいて」、などの一般的な声かけはあまり有効ではなく、肩に手をあてたり、検者自身が他の仕事をするふりをして意識を反らしたり、などが有効であった。そのための訓練や声かけの方法など、検者によるばらつきを防ぐために、安静呼吸を行わせる標準的な方法をマニュアル化した。

実際の被験者の測定から、呼吸パターンの処理等、試みたが心理状況を有意に反映するような指標の発見には至らなかった。コヒーレンスも有意に変化させるまでには至らなかった

測定方法における信号検出の精度を上げること、感情の刺激方法やその標準化を試みて、再度、アプローチして、実用化にこぎつけたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10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 Miura E, Tsuchiya N, Igarashi Y, Arakawa R, Nikkuni E, Tamai T, Tabata M, Ohkouchi S, Irokawa T, Ogawa H, Takai-Igarashi T, Suzuki Y, Kuriyama S, Tamiya G, Hozawa A, Yamamoto M, Kurosawa H.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Respiratory resistance among adults in a population-based cohort study in Northern Japan.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Respiratory Investigation	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resinv.2018.12.008.	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 Yoshida K, Takizawa Y, Nishino Y, Takahashi S, Kanemura S, Omori J, Kurosawa H, Maemondo M, Minami Y.	4. 巻 247
2. 論文標題 Association between Family History of Cancer and Lung Cancer Risk among Japanese Men and Women.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tohoku J Exp Med.	6. 最初と最後の頁 99-110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1620/tjem.247.99.	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 Suzuki H, Oishi H, Noda M, Watanabe T, Matsuda Y, Tominaga J, Sado T, Sakurada A, Kurosawa H, Takase K, Okada Y.	4. 巻 14
2. 論文標題 Correlation between the native lung volume change and postoperative pulmonary function after single lung transplantation for lymphangiomyomatosis: Evaluation of lung volume by three-dimensional computed tomography volumetry.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 e0210975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0210975.	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 Arakawa Suzuki R, Irokawa T, Ogawa H, Ohkouchi S, Tabata M, Nakamura T, Ohisa N, Nikkuni E, Miura E, Inomata, Kurosawa H.	4. 巻 59
2. 論文標題 Fractional exhaled nitric oxide (FeNO) and spirometry as indicators of inhalation exposure to chemical agents in pathology workers.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Occup Environ Med	6. 最初と最後の頁 467-473
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/JOM.0000000000000976.	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 新國 悦弘、荒川 梨津子、三浦 絵美里、吉田 薫、田畑 雅央、大河内 眞也、宮田 剛、色川 俊也、小川 浩正、黒澤 一	4. 巻 27
2. 論文標題 胸部食道癌切除再建術前および術後2週の呼吸機能評価～広域周波オシレーション法の意義	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌	6. 最初と最後の頁 41-47
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 -

1. 著者名 黒澤 一	4. 巻 479
2. 論文標題 青壮年のメンタルヘルス対策～職場での対応を中心に～	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 公衆衛生情報みやぎ	6. 最初と最後の頁 1-3
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 無
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 Shirai T, Kurosawa H	4. 巻 55
2. 論文標題 Clinical Application of the Forced Oscillation Technique	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Intern Med	6. 最初と最後の頁 559-566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2169/internalmedicine.55.5876.	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 須田茂明、今野里緒、黒澤 一、田村弦	4. 巻 5
2. 論文標題 慢性閉塞性肺疾患に使用されるドライパウダー吸入器の吸気抵抗	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本呼吸器学会誌	6. 最初と最後の頁 285-289
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 -

1. 著者名 須田茂明、今野里緒、黒澤 一、田村弦	4. 巻 65
2. 論文標題 気管支喘息の長期管理薬として使用されるドライパウダー吸入器の吸気抵抗	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 アレルギー	6. 最初と最後の頁 932-936
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 -

1. 著者名 新國 悦弘、荒川 梨津子、三浦 絵美里、吉田 薫、田畑 雅央、大河内 眞也、宮田 剛、色川 俊也、小川 浩正、黒澤 一	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 胸部食道癌切除再建術前および術後2週の呼吸機能評価～広域周波オシレーション法の意義～	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 -

1. 著者名 Arakawa Suzuki R, Irokawa T, Ogawa H, Ohkouchi S, Tabata M, Nakamura T, Ohisa N, Nikkuni E, Miura E, Inomata, Kurosawa H.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Fractional exhaled nitric oxide (FeNO) and spirometry as indicators of inhalation exposure to chemical agents in pathology workers.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Occup Environ Med	6. 最初と最後の頁 印刷中
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7件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Etsuhiro Nikkuni, Ritsuko Arakawa, Emiri Miura, Yu Igarashi, Tokiwa Tamai, Shinya Ohkouchi, Masaomi Tabata, Toshiya Irokawa, Hiromasa Ogawa, Hajime Kurosawa.
2. 発表標題 The weight loss therapy improved respiratory function and respiratory system impedance in obese subjects.
3. 学会等名 Asian Pacific Society of Respiriology Congress 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miura E, Igarashi Y, Arakawa R, Nikkuni E, Kobayashi D, Tabata M, Ohkouchi S, Irokawa T, Ogawa H, Kurosawa H.
2. 発表標題 Daily Physical Activity Among Patients with Chronic Respiratory Diseases.
3. 学会等名 American Thoracic Society Annual Meeting 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒澤 一
2. 発表標題 MostGraphの基礎と臨床～結果の活かし方～
3. 学会等名 第14回MostGraph臨床研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sano Y, Matsuoka R, Sato Y, Kimura S, Mihara S, Kurosawa H.
2. 発表標題 Effect of pedometer education on daily physical activities in patients with stable COPD.
3. 学会等名 ERS International Congress 2017.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kurosawa H.
2. 発表標題 Pulmonary function test in small airway diseases
3. 学会等名 21th Congress of Asian Pacific Society of Respiriology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nikkuni E, Kiuchi K, Arakawa R, Kobayasi D, Miura E, Ohkouchi S, Irokawa T, Ogawa H, Kurosawa H.
2. 発表標題 Effects of Weight Loss Therapy on Respiratory System Impedance in Obese Subjects.
3. 学会等名 American Thoracic Society International Conference 2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kurosawa H, Ogawa H, Irokawa T, Ohkouchi S, Arakawa R, Miura E, Nikkuni E, Shimizu Y
2. 発表標題 Kurosawa H, Ogawa H, Irokawa T, Ohkouchi S, Arakawa R, Miura E, Nikkuni E, Shimizu Y. Mechanisms for Decrease in Resistance After Bronchodilator Inhalation Without Change in FEV1
3. 学会等名 American Thoracic Society International Conference 2016
4. 発表年 2016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