

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：54102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H06486・19K21549

研究課題名（和文）新規ポリマー材料を用いた唾液硝酸イオン測定器による操船者の心的負荷定量評価

研究課題名（英文）Application of New Polyurethane-Based Nitrate-selective ISFETs to On-site Measurement of Navigator's Mental Workload

研究代表者

北村 健一（Kitamura, Kenichi）

鳥羽商船高等専門学校・商船学科・助教

研究者番号：00825440

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：船員はヒト・モノ（荷役物）・財産（船）を安全に運送しつつ、海の環境保全にも目を配る必要がある。とりわけ操船業務時における心的負担は多大であると考えられる。

本研究は、操船時における負担を掛ける心的負荷要因を突き止めるとともに、その負荷が掛かるタイミングを認識するベテラン操船者の操船術を模倣することにより、若手操船者も同様の操船方法を執ることが可能になるといった、船員教育に寄与するものだと考える。心的負荷を定量評価するために本研究は唾液中硝酸イオン濃度を採用するが、その測定器開発を目指すにあたり、測定器を構成するデバイス箇所に唾液に耐抗性のあるものを今回新たに選定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究にかかる実験を通して、従来のものよりもデバイス表示値のドリフト現象の遞減が見られる新たなデバイスを開発できた。そのデバイスは唾液から唾液を選択する性能は従来のものと変わらなかった一方で、ドリフトに強いといった特性を持つため、操船時のみならず日常業務時における心的負荷を測定するものが開発されたと考える。

そういった観点では本研究は、船舶運航に従事する船員を対象にするのみならず、一般の人々を対象に今後出てくる日常的なメンタル変動を掴むといったヘルスケアデバイスの一つの参照結果を示せたと考える。

研究成果の概要（英文）：Seafarers need to pay attention to the conservation of the sea environment while safely transporting people, goods (materials) and property (ships). It is especially considered that their mental burden on the ship maneuvering work is much great.

The purpose of this study is that young seafarers can adopt the same maneuvering method by recognizing the timing when veteran seafarers recognize the factors of mental workload in maneuvering. I think that my study will contribute to the education of seafarers. To evaluate the mental workload quantitatively, this study adopted the concentration of nitrate ion in saliva. To develop the original measuring device, we newly found a new saliva-resistant polymer component of the device.

研究分野：海事科学

キーワード：人間情報 心的負荷 唾液硝酸イオン

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

操船者等の各種海事関係専門家の心的負荷を定量的に評価することが可能であれば、それが実務経験の少ない者への専門家のスキル伝承、教育への定量的な指針となり、スキル向上への教育や匠の技術としての体系化に繋がると考える。つまり、実務経験豊富な専門家の心的負荷を生理指標により定量評価することで、高い心的負荷が見られるイベントを特定し、経験の少ない者はそのイベントに対する処理ノウハウを獲得することが可能となる。

生理指標には心拍、皮膚温度（発汗）、瞬目等、多くの種類があるが、本研究では短時間で応答が得られ、継続的な計測を必要としない唾液硝酸イオンを生理指標として採用する。血液から得られるコルチゾールが一般的であるが、非侵襲であることが実験協力者への負担を軽減する最良の手法であることから、採取が容易かつ同等の応答が期待できる唾液中硝酸イオンを選択する。

2. 研究の目的

唾液硝酸イオン測定器が世に出回っていないため、これまでその測定器開発に注力してきた。図1の pH チェッカーのセンサ部に唾液硝酸イオン生理指標のみを選択する膜形成カクテルを塗布することで液膜が形成されて、唾液硝酸イオンは完成する。唾液硝酸イオンはバイオセンサであるため構成を必要とするが、図2の事前に実施したドリフト検証実験結果から、より安定する膜形成カクテル材料、ポリマーP7281-PUを発見した。従来使用してきたポリマーKP-13はカクテル材料として有効性を示してきたが、唾液に対してP7281-PUがKP-13の測定値よりも優れた値を示せるか確認することを目的とする。そうであれば、より正確に唾液硝酸イオン濃度を測ることにつながり、最終的には目的とする唾液硝酸イオン指標による心的負荷評価の精度向上につながると考えたためである。

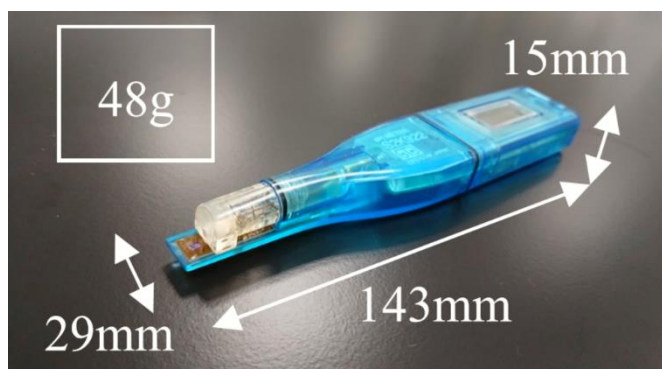


図1 pH チェッカー

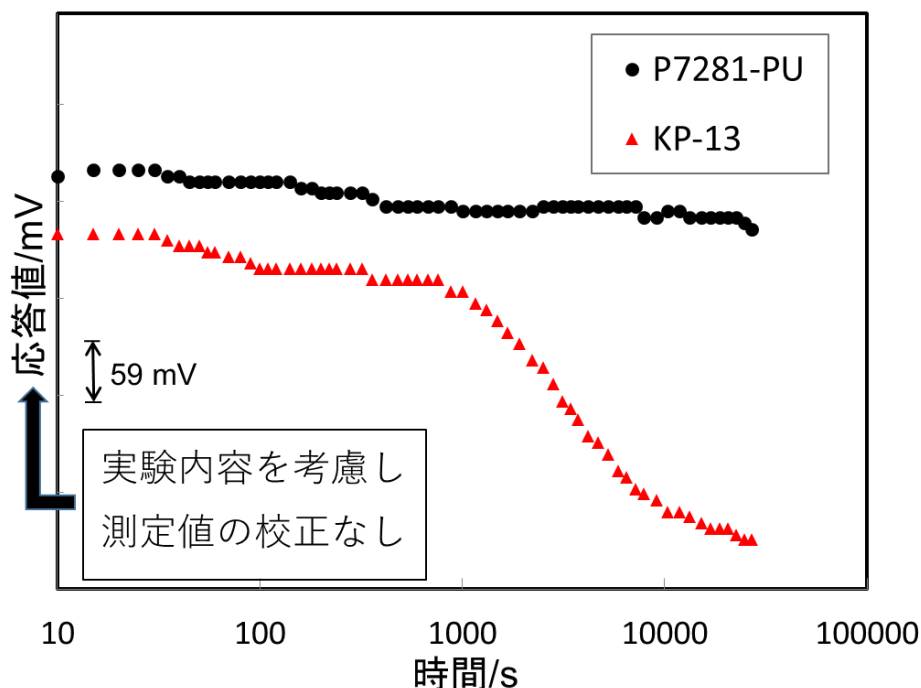


図2 事前ドリフト実験結果

3. 研究の方法

KP-13 と比較した、P7281-PU を採用する唾液硝酸イオンカクテルの唾液に対する測定値の安定性・応答性・選択性・耐久性における優位性を確認する。一方で実験環境としては操船シミュレータ訓練中とし、操船者を対象に、P7281-PU を使用する唾液硝酸イオン測定器により心的負荷評価を実施し、操船シミュレータシナリオの操船危険海域と心的負荷の相関性を明確にすることを実験目的に掲げた。

ここでは神戸大学附属の操船シミュレータ（図3）を用いた実験の一例を紹介する。船長役・船長補佐役・操舵手の3役を神戸大学および東京海洋大学所属学生の協力により交代で担っていただいた。各々の唾液硝酸イオンを採取したが、心的負荷の主な評価対象者は操船に携わる船長とした。図4が示す操船シナリオは、博多港湾を舞台とした航行を執る。輻輳する東航路から中央航路にかけて幾度かの避航操船を執る必要のあるシナリオ内容となっている。

唾液硝酸イオン測定器が、唾液硝酸イオンの濃度変化と船長の心的負荷となるイベントとの相関関係を掴めているか検証した。



図3 操船シミュレータ実験環境



図4 操船シナリオ

4. 研究成果

本研究成果の国内外における位置づけとしては、メンタル評価に唾液硝酸イオンを採用していることに加えて、実際の教育現場環境で採用可能な測定器を開発しているといったオリジナリティを有している点で他に類を見ず、そのインパクトは多大であると考えられる。今後の展望としては、他の生理指標と統合し各指標同時測定可能なウェアラブルデバイスを作成する所存である。

ドリフト実験結果の試行回数を重ねることで、KP-13 と比較して、P7281-PU を採用する唾液硝酸イオンカクテルの唾液に対する測定値の安定性・応答性・選択性・耐久性に優位性を確認した⁽²⁾。操船シミュレータ実験結果は投稿中のため具体的なグラフ等で示すことはできないが、結果として、操船時に船長が実感した心的負荷足るイベントと唾液硝酸イオン濃度変動に同様な変化傾向が見られた⁽¹⁾。

参考文献（投稿中）

1. Kenichi Kitamura, Koji Murai, and Shin-ichi Wakida ” Confirmation of the Instrumental Difference for Each Ion-Sensitive Field-Effect Transistors to Evaluate Mental Workload” IEEE SMC
2. Shuto Osaki, Takuya Kintoki, Kenichi Kitamura, Takayo Moriuchi-Kawakami, Shin-ichi Wakida “Investigation of Drift Phenomena in the Polyurethane Matrices for Salivary-ISFETs” Membranes

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kenichi KITAMURA, Koji MURAI, Shin-ichi WAKIDA
2. 発表標題 Actualization of Seamanship Enhancement Based on Evaluation of Mental Workload
3. 学会等名 The 16th IAIN World Congress 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018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
--	---------------------------	-----------------------	----