

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：15501
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2021～2023
課題番号：21K02775
研究課題名(和文)メンタルケアにおけるキーワードに基づいた相談内容のタイプ分類および個別相談の支援

研究課題名(英文)Classification of Consultation Types Based on Keywords in Mental Care and Support for Individual Consultations

研究代表者
村井 礼 (MURAI, HIROSHI)
山口大学・国際総合科学部・准教授

研究者番号：30279111
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者らは、キーワードに基づいたタイプ分類による学習支援の研究を行っている。近年、メンタルヘルスに関する支援ニーズが高まっており、本計画の初期段階では感情に関する言葉をベースに学習者のウェルビーイングの向上を試みた。一方、研究の進行に伴い、海馬CA1領域のニューロンがもつ記憶や感情の情報処理を本研究に活かせるのではないかとという視点を得た。そこで、脳波解析を取り入れたアプローチが当初の研究目的をより効果的に達成するために有効であると判断し、ラットの脳波データに基づく記憶形成の仕組みの解明に取り組むこととした。得られた研究成果を精査し、その一部を学会での口頭発表あるいは学術論文として発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、海馬CA1領域のリップル波が記憶や感情の情報処理に果たす役割を解明するものである。これにより、脳波解析を用いた学習支援やメンタルケアの新たな可能性が示された。特に、リップル波の特徴抽出およびエピソード分類の方法が確立される可能性を示したことは、神経科学や心理学における基礎的な理解を深める重要な成果である。メンタルヘルスの支援ニーズが高まる中、本研究の成果は、脳波データに基づく記憶と感情の関係性を明らかにすることで、今後の学習支援の方法論の開発に向けた基盤を提供する。これにより、将来的には個々の心理状態に応じた精密な支援が可能となり、社会全体の精神的健康の向上に寄与する可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The principal investigators are conducting research on learning support through type classification based on keywords. Recently, the need for mental health support has been increasing, and in the initial phase of this project, we aimed to enhance learners' well-being using emotion-related words. However, as the research progressed, we gained the perspective that the information processing of memory and emotions by neurons in the hippocampal CA1 region could be utilized in this study. Therefore, we decided that incorporating an approach using EEG analysis would be more effective in achieving the initial research objectives, and we began to investigate the mechanisms of memory formation based on EEG data from rats. The obtained research results were carefully examined, and some of them were presented either as oral presentations at academic conferences or as academic papers.

研究分野：教育工学

キーワード：学習支援 パターン分類 ニューラルネットワーク 感情分析 脳波解析

1. 研究開始当初の背景

研究代表者はこれまでの研究において、知的財産教育の導入時における多肢選択式オンラインテストの結果から学修者の理解度を分類することにより、暗記支援および自然言語ベースの論述支援の自動化が可能であることを示した。これは、文章中のキーワードに着目したことにより実現したものであり、対象者を分類するキーワード群が分かれば、他の研究領域にも応用可能な汎用性の高い手法であると言える。

一方、コロナ禍などの影響もあり、教育機関などにおいてメンタルヘルスに関する支援ニーズが高まっている。相談者から寄せられる相談内容には、感情などの言葉が表れやすいので、相談内容を特定するキーワード群も存在する。

そこで、研究代表者らの研究成果を活かし、感情などの言葉に着目した学習者のタイプ分けと個別指導の支援を図る。

2. 研究の目的

近年、コロナ禍などの影響もあり、教育現場においてメンタルケアに関する支援ニーズが高まっている。研究代表者らのこれまでのメンタルケアに関する相談対応では、質問用紙に回答される相談内容に応じて、感情などに特徴的なキーワードが現れやすいことが分かっている。本計画の初期段階では、感情に関する言葉に着目したアプローチを試みる予定である。

一方、研究の進行に伴い、海馬 CA1 領域のニューロンがもつ記憶や感情の情報処理を本研究に活かせるのではないかとという視点を得た。脳波は複雑な信号であり、自然言語と多くの類似点があることが知られている。

そこで、脳波解析を取り入れたアプローチが当初の研究目的をより効果的に達成するために有効であると判断し、人間の複雑な感情の変化を分析する基礎研究として、ラットの脳波データに基づく記憶形成の仕組みの解明に取り組むと共に、ニューラルネットワークを用いたパターン分類の精度向上を目指す。

特に、リップル波の特徴抽出によるエピソード分類は先行研究がなく、神経科学を初めとする基礎研究の分野において革新的な発見につながると期待される。

3. 研究の方法

(1) 感情に関する言葉に着目した教育のウェルビーイング

研究の初期段階では、大学生のウェルビーイングを高めるために、オンデマンド授業の実践を行う。コロナ禍で対面授業が困難になる中、「フルオンデマンド授業で教育のウェルビーイングを高めることができるのか」という問いが生まれた。そこで、実際の授業科目において、フルオンデマンドで学生のウェルビーイングを高め、内発的動機づけに繋げる手法を提案する。

(2) エピソードに固有なリップル波の分類精度の向上

人間の複雑な感情の変化を分析する基礎研究として、ラットの脳波データに基づく記憶形成の仕組みの解明に取り組むと共に、ニューラルネットワークを用いたパターン分類の精度向上を行う。ラットに以下の本能を刺激する4種類のエピソードを経験させ、海馬 CA1 領域のニューロンから発せられるリップル波を観測する。

続いて、観測されたリップル波を訓練データとして使用し、各エピソードを分類できるように畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を学習させる。

さらに、説明可能な AI (XAI) を活用し、CNN が着目する特徴 (部分波形) を抽出する。これにより、どの波形パターンが各エピソードの識別に寄与しているかを明らかにする。抽出された特徴を基に CNN のモデルを改良し、エピソード分類の精度を向上させる。

4. 研究成果

(1) 内発的動機づけに繋がる言葉の判別

計画初期段階における研究の成果は以下の通りである。

- ① 高い満足度の達成: アンケート結果によると、学生の授業満足度は非常に高く、特にクラス B では満足度 100% を達成した。
- ② 学生の主体的学びの促進: 授業を通して学生の理解度が高まり、具体的な行動を考える回答が増えた。
- ③ 心理的・認知的ウェルビーイングの向上: フィードバックを重視することにより、学生の理解度や満足度が向上し、主体的な学びに繋がる結果が得られた。
- ④ 質問しやすい環境の構築: ポジティブかつ丁寧な対応により、学生が質問しやすい環境が整えられ、授業内容と関係のない質問も増加した。
- ⑤ 感謝の言葉の増加: 授業が進むにつれ、学生の感想に「ありがとう」「ありがたい」などの感謝の言葉が現れるようになった。これは、学生の内発的動機づけが高まり、授業への参加意欲が向上したことを示している。

(2) リップルの部分波形に基づくエピソード分類

記録されたリップル波を、標準化およびログ変換を施した後、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いて分類する。CNN の訓練データセットでは、99.63%の高い精度でリップル波を正しく分類することができた。さらに、Grad-CAM (勾配重み付きクラス活性化マッピング) を用いて、CNN が分類に使用した部分波形を抽出し、分類に寄与する波形の局所的な特徴を明らかにした。また、t-SNE (t 分布確率的近傍埋め込み) 法を用いて、抽出された部分波形の 2 次元特徴空間内での分布を可視化した。これにより、各エピソードに特有の部分波形が存在することが示唆された。

これらの結果は、リップル波がエピソード経験に応じて特有の特徴を持つことを示しており、CNN と Grad-CAM を組み合わせることで、これらの特徴を効果的に抽出し、分類することが可能であることを示している。これにより、脳波解析に基づく新しい情報処理の可能性が広がることが期待される。

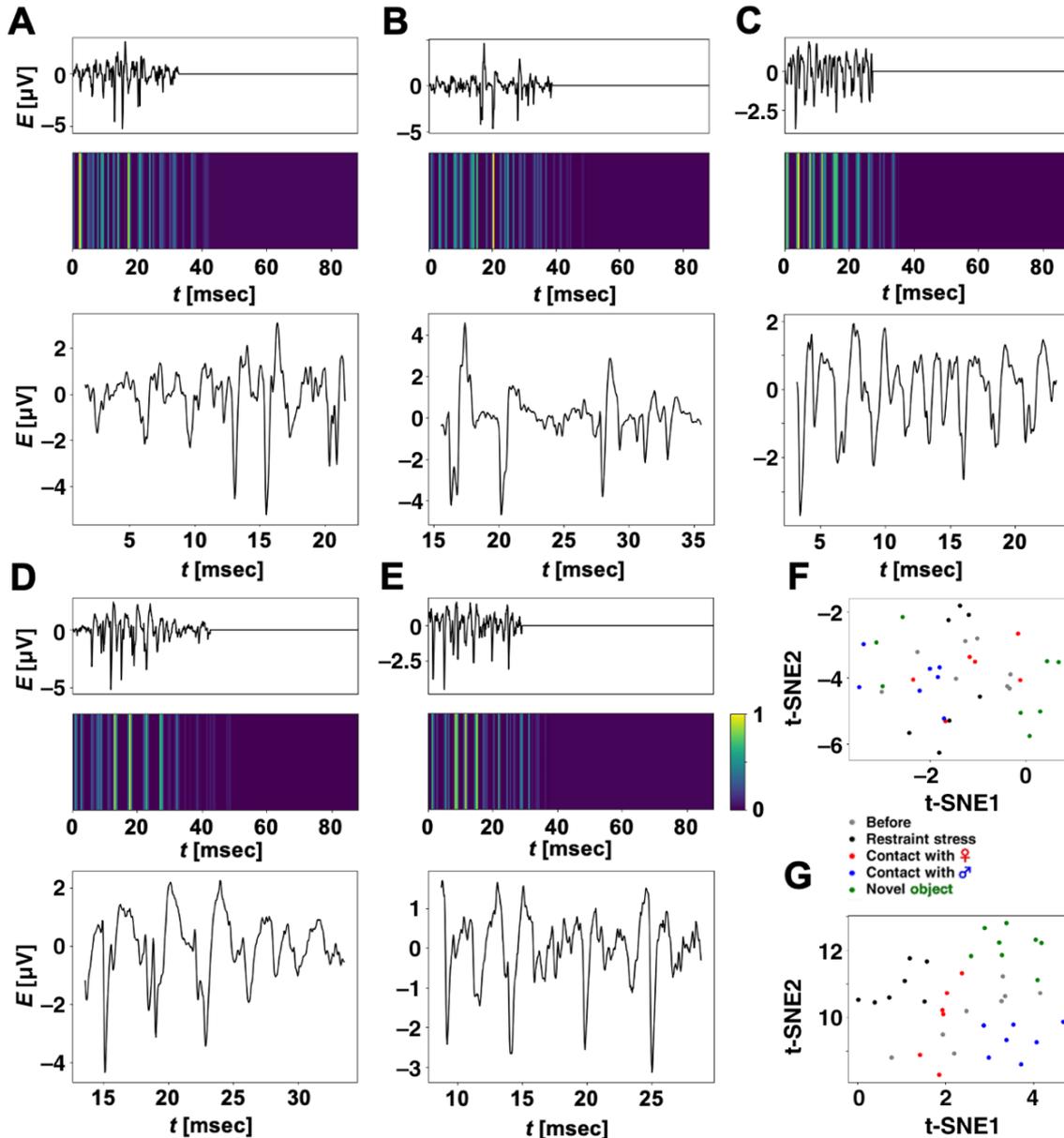


図1 Grad-CAM を用いた特徴抽出および t-SNE を用いたリップル波分布の可視化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yuta Ishihara, Ken'ichi Fujimoto, Hiroshi Murai, Junko Ishikawa, and Dai Mitsushima	4. 巻 1
2. 論文標題 Classification of Ripple Waves into Experienced Episodes Using CNN	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of 2023 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'23)	6. 最初と最後の頁 90-93
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 Ishihara Yuta, Fujimoto Ken'ichi, Murai Hiroshi, Ishikawa Junko, Mitsushima Dai	4. 巻 14
2. 論文標題 Classification of Hippocampal Ripples: Convolutional Neural Network Learns Episode-Specific Changes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 177 ~ 177
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/brainsci14020177	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Y. Ishihara, Y. Tomohara, K. Fujimoto, H. Murai, J. Ishikawa, D. Mitsushima	4. 巻 1
2. 論文標題 Method for Extracting Specific Shapelets from Ripple Firing with Episodic Experience	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proc. of 2024 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'23)	6. 最初と最後の頁 95-98
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 Yuta Ishihara, Yuto Tomohara, Ken'ichi Fujimoto, Hiroshi Murai, Junko Ishikawa, Dai Mitsushima	4. 巻 1
2. 論文標題 Extraction of Episode-Specific Ripple Firings Patterns Using Grad-CAM	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proc. of The 8th International Conferene on Electronics and Software Science	6. 最初と最後の頁 21-22
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6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 村井礼, 細川康輝, 藤本憲市
2. 発表標題 学習者のウェルビーイングを高めるオンデマンド授業の実践
3. 学会等名 教育システム情報学会2022年度第2回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Ishihara, Ken'ichi Fujimoto, Hiroshi Murai, Junko Ishikawa, Dai Mitsushima
2. 発表標題 Similarity Analysis of Ripple Waves Toward Finding Signals Related to Episodic Memory
3. 学会等名 2022 7th International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Ishihara, Ken'ichi Fujimoto, Hiroshi Murai, Junko Ishikawa, and Dai Mitsushima
2. 発表標題 Classification of Ripple Waves into Experienced Episodes Using CNN
3. 学会等名 2023 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuta Ishihara, Yuto Tomohara, Ken'ichi Fujimoto, Hiroshi Murai, Junko Ishikawa, Dai Mitsushima
2. 発表標題 Analysis of hippocampal ripple firings using convolutional neural network: AI learns training-dependent and experience-specific changes in the diversity
3. 学会等名 第101回日本生理学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 石原 裕太 , 友原 悠登 , 藤本 恵市 , 村井 礼
2. 発表標題 k-Shapeを用いたShapelets抽出法の提案
3. 学会等名 令和5年度電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友原 悠登 , 石原 裕太 , 藤本 恵市 , 村井 礼 , 石川 淳子 , 美津島 大
2. 発表標題 経験エピソードに関連したリップル波群の類似度解析
3. 学会等名 令和5年度電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2023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	藤本 恵市 (Fujimoto Ken'ichi) (20300626)	香川大学・創造工学部・教授 (16201)	
研究 分担者	細川 康輝 (Hosokawa Yasuteru) (20341266)	四国大学・経営情報学部・准教授 (36101)	

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