

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12629

研究課題名（和文）VR手法を用いて知覚される仮想音源を利用した聴覚BCIの開発

研究課題名（英文）Development of auditory BCI system using sound source realized by virtual reality

研究代表者

加納 慎一郎（Shin'ichiro, Kanoh）

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：00282103

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：脳活動信号からユーザの意図を抽出するBCI（ブレイン・コンピュータ インターフェース）の高性能化のために、聴覚における錯覚（錯聴）を利用した聴覚VR（仮想現実感）手法を用いて、ユーザに複数の仮想音源からの音を提示し、生じた脳波からユーザの意図を検出するBCIを開発した。本手法の特徴は、仮想音源による音像定位やVRにより仮想的な聴空間をユーザに知覚させることで、複雑かつ豊かな情報提示を行うことで、多くの情報を検出できることである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外部からの感覚刺激を用いたBCIの問題点は、日常生活に最も重要な感覚である視覚がBCIの操作中に占有されてしまう点にある。聴覚VR（仮想現実感）手法により、視覚に匹敵する情報量をユーザに提示することによりBCIを実現する本手法により、情報検出精度が高く、かつユーザの日常生活を阻害しないBCIが実現可能となることが期待できる。またこれにより、従来のBCIの様式の多様化が可能になり、より多くのユーザにBCIを適用できるようになる。

研究成果の概要（英文）：To improve the performance of BCI (brain-computer interface), which extracts the user's intention from brain activity signals, BCI that detects the user's intention from brain waves generated by presenting sounds from multiple virtual sound sources to the user using an auditory VR (virtual reality) technique that utilizes auditory illusions (auditory hallucination) was developed. The feature of this method is to detect the user's intention by analyzing EEG generated by the tones from virtual sound sources. The results of this study are expected to lead to the development of a BCI that can detect user intentions with high accuracy and does not interfere with the user's daily activities during use.

研究分野：神経工学

キーワード：BCI 聴空間 音像定位 音脈分凝 事象関連電位 VR

1. 研究開始当初の背景

脳活動信号からユーザの意図を抽出する BCI (ブレイン・コンピュータ インターフェース) は、四肢麻痺患者などへコミュニケーションの代替手段を提供できる。BCI に求められるのは、意図抽出の精度が高いこと、使用中にユーザの日常動作を阻害しないことである。

本研究は、従来の研究では両立できなかった「ユーザの意図の検出精度が高く、かつ使用中にユーザの日常動作を阻害しない BCI を実現できないか」という問いから着想を得た。

BCI の実現のために、これまで運動想起型 BCI (ユーザが四肢動作をイメージした際の脳活動からの意図抽出)、感覚駆動型 BCI (提示された感覚信号への選択的注意に伴う脳活動からの意図抽出) が提案されてきた。前者は日常生活を阻害しにくいと操作が難しく情報検出精度が低い。後者は使いやすく情報検出精度は比較的高い一方、使用中に他のことを行うのが難しい。これは、視覚を用いることでユーザに豊かな情報を提供できることから、駆動する感覚刺激に視覚刺激が用いられる (視覚 BCI) ことが多いためである。使用中に視覚が占有されるため、視覚 BCI の操作中には他の行動が一切できなくなるのが問題であった。

2. 研究の目的

情報検出精度に優れる感覚駆動型 BCI の問題は、日常生活に最も重要な感覚である視覚が BCI の操作中に占有されてしまう点にある。視覚以外の感覚を用いる BCI を提案することにより、情報検出精度とユーザの自由度の両立が期待できる。またこれにより、従来の BCI の様式の多様化が可能になり、より多くのユーザに BCI を適用できるようになる。

聴覚を用いた刺激駆動型 BCI (聴覚 BCI) であれば、視覚に依存せずに BCI を使用可能であり、BCI 使用中でもユーザは日常動作が可能となる。そこで本研究では、ユーザの両耳に提示した音刺激を用いて、聴覚 VR (仮想現実感) 手法によりユーザに空間的な広がり (聴空間) を知覚させ、生じた脳波からユーザの意図を検出する BCI 「聴空間 BCI」を開発する。

ユーザの両耳に聴覚刺激を提示して、仮想的な音源から生じる複数の音像を知覚させる。そして聴空間内に定位するこれらの音源のうちの一つへの選択的注意を行った際に生じる脳波である事象関連電位を検出することで、ユーザの注意の対象を選択する BCI を実現する。

本研究の学術的な特徴は、仮想音源による音像定位や聴覚における錯聴 (錯聴) を利用した VR により仮想的な聴空間をユーザに知覚させることで、複雑かつ豊かな情報提示を行うことで、多くの情報を検出できる新しい聴覚 BCI を開発することである。聴覚刺激の情報量は視覚に比べて極めて少なく、検出できる情報も、左右からの音のどちらか、あるいは少数の音源のうちの一つの選択を行うという極めて限られたものであった。しかし本来、聴覚刺激は非常に豊かな情報量を有している。眼を閉じてクラシック音楽を聴けば、各楽器の音の鮮明な音像を感じることができるし、メンフクロウやヒゲコウモリなどの動物は、鳴き声の反響から餌の位置を正確に検出することができる。それでも、BCI に聴覚信号が用いられない理由は、人工的な聴覚刺激によって豊かな情報 (音像などの空間情報、またその変化などの時間情報) をユーザに提示することができていないからだと考える。聴覚信号を用いて、視覚に匹敵する情報量をユーザに提示することが可能であれば、情報検出精度が高く、かつユーザの日常生活を阻害しない BCI が実現できるのではないかと考えた。

3. 研究の方法

本研究ではまず、仮想音像定位と錯聴現象を積極的に用いて、ヘッドフォンによる音提示で聴空間での音像知覚を実現する。そして、以上の方法で知覚される複数の仮想音像のうちの一つに注意を向けた際に生じる事象関連電位を脳波から抽出し、それからユーザがどの対象を選択したのかを高い精度で検出する BCI システムを開発する。具体的な研究手順は以下のとおりである。

- 聴空間の知覚を可能とする刺激提示方法の確立：提示音により、聴空間上に定位する音像をユーザに知覚させるための刺激方法を確立する。
- 仮想定位された音の検出能力の検討：仮想定位された音の複数の音像のうちの一つにユーザが選択的注意を向けた際に、計測する脳波から注意対象を検出する実験を行い、情報検出精度を評価する。注意対象は、位置が固定された音源 (固定音源)、聴空間内を移動する音源 (移動音源)、被験者が追尾する移動音源の移動方向が変化する音源 (移動方向の変化) から生じる音とする。これらの音の周波数、移動方向などの変化によって生じる事象関連電位を検出対象とする。
- 聴空間 BCI の提案と性能向上：課題 の成果に基づき、聴覚 VR 手法によって構成された複数の仮想音源へユーザが選択的注意を行い、その対象を検出する BCI を提案し、実証実験と情

報検出性能の向上を図る。

聴覚の正常な成人被験者に対して、聴覚刺激用 DSP システムとヘッドフォンを用いて音刺激を提示する。左右の耳に提示される音の両耳間レベル差 (ILD), 両耳間時間差 (ITD) を適切に設定し、また音の周波数やタイミングを錯聴が生じる条件に設定することで、聴空間内に位置する仮想的な音像をユーザに知覚させる。必要に応じて頭部 MRI データから音の頭部伝達関数を計算し、音像定位を改善する。

提示された音刺激に対する選択的注意課題を行う被験者に対して、多チャンネル脳波 (64 チャンネル) と生体信号 (眼電図, 心電図など) の計測実験を実施する。

計測された脳波は、同期加算平均により事象関連電位 (MMN, P300) の規模や空間分布を計測する。また、信号源解析アルゴリズム (VBMEG, ATR 脳情報解析研究所) を用いて、得られた脳波成分の信号源を推定することで、より詳細な応答の性質の検討を行う。

計測信号あるいは同期加算平均信号に対して空間フィルタの適用などの前処理の後、機械学習によりパターン分類を行い、音源選択に関するユーザの意図の検出精度の評価を行う。

4. 研究成果

(1) 聴空間の VR 知覚を可能とする刺激提示方法の検討

ユーザの両耳に聴覚刺激を提示することで、聴空間上に定位する音像をユーザに仮想知覚させるための刺激提示システムの検討を行った。PC に接続した USB オーディオインターフェースを、音声生成ライブラリ OpenAL, Resonance Audio を用いてソフトウェア制御する方法、聴覚心理物理実験用 DSP を用いる方法のそれぞれで聴覚 VR 刺激を生成する方法を確立した。

頭部伝達関数 (HRTF) を用いた音像の頭外定位を行うことで、これまでの研究において問題となっていた音像定位の性能の低さを改善することができた。また、仮想聴空間上に音を反射する障害物を設置する方法、被験者の前部と後部から仮想提示される音に属性の違い (周波数, 音色など) を付与する方法により、BCI での使用の際に求められる音像定位性能の向上が可能であることが示された。一方、個々の被験者の頭部形状を計測して HRTF を算出することが難しいために、データベースで公開されているものを用いるのが現状での限界であり、これが音像定位の性能向上のための大きな問題になることが実験によって示された。

(2) 仮想定位された音の検出能力の検討

仮想定位された音の複数の音像のうちの 1 個にユーザが選択的注意を向けた際に、計測する脳波から注意対象を検出する実験を行った。聴覚 VR 刺激への選択的注意により、事象関連電位が誘導されることが示された。

仮想定位された音を聴空間内で移動させ、それに対して選択的注意を行うことを被験者に求め、事象関連電位の計測実験を実施した。その結果、仮想定位された音の属性 (周波数, 強度) の変化や、聴空間内を移動する音の移動方向の変化に伴い誘導される事象関連電位を計測することができた。また、多くの被験者に対して実験を行った結果を機械学習によって分類し、その性能を評価した。その結果、音属性の変化, 移動音の方向変化のそれぞれで、良好な分類成績を得ることができた。

(3) 多チャンネルスピーカアレイを用いた音像提示と事象関連電位計測実験の実施

多チャンネルスピーカアレイを用いて音像定位を行うシステムを開発した。また、このシステムを用いた事象関連電位計測実験を実施した。隣接するスピーカの間には音像を定位させ、その音の属性変化に伴う事象関連電位を計測することができた。これにより、開発したシステムによって、空間分解能に優れる音像定位を行うことが可能であることが示された。

開発した多チャンネルスピーカアレイを用いた音像定位システムで、実音源, および隣接する実音源の中間に仮想定位される音源 (仮想音源) それぞれからの音の出現に伴う事象関連電位計測実験を実施した。その結果、実音, 仮想定位音の出現によって事象関連電位が誘導され、機械学習によるパターン分類が可能であることが示された。また、これらの音の音源を、被験者からみて左右方向の 1 次元軸上だけでなく、上下左右方向の 2 次元空間上に配置した場合でも分類能力は高いことが示された。この結果は、今後バイノーラルヘッドフォンを用いた聴覚 BCI を開発のための基礎データとなる。

(4) 音脈分凝を用いた聴覚 BCI の性能向上

周波数領域での情報検出精度の向上を目指し、我々が開発を行ってきた音脈分凝を用いた聴覚 BCI の検出精度向上のための実験を行った。分凝知覚される複数の音脈に対して選択的注意を向けることで、3 件弁別, 4 件弁別が可能な聴覚 BCI を提案し、その有効性実証した。本結果

は、超空間における次元に、時間領域、周波数領域の情報を付加することで、聴覚 VR 刺激を用いた BCI の性能と検出精度の向上のための重要な知見となる。

音脈分凝を用いた聴覚 BCI の性能向上：分凝知覚される複数の音脈に対して選択的注意を向けることで生じる事象関連電位を信号源として、注意対象となる音脈を検出するためのシステムの開発を行った。聴覚 VR 刺激を用いた BCI の性能と検出精度の向上のための重要な知見となる。

関連する研究業績

- [1] Naoki Mizukami, Simon Kojima, Shin'ichiro Kanoh: A study on BCI to detect auditory steady-state response, Proceedings of the 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2023), 85 (2023).
- [2] Yuya Suzuki, Shin'ichiro Kanoh: Blink detection using facial image processing: comparison with EOG-based method, Proceedings of the 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2023), 80 (2023).
- [3] 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎: スピーカアレイを用いて仮想定位された聴覚刺激によって誘導される事象関連電位の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2022-70 (2023).
- [4] 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 事象関連電位の潜時におよぼす異種感覚統合の効果に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2022-71 (2023).
- [5] Shin'ichiro Kanoh, Towards the Brain-Computer Interface for Daily Life (Invited Talk), Proceedings of the 29th International Display Workshops, INP2-1 (2022).
- [6] 加納 慎一郎, 生体信号からのユーザの意図と心理状態の検出にむけて, 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門大会 2022 論文集, 1A1-2 (2022).
- [7] 水上 直輝, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 音脈分凝知覚の有無による事象関連電位応答の違いについての検討, 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門大会 2022 論文集, 2B3-4 (2022).
- [8] 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 空間に配置された実音源と仮想音源への選択的注意に伴う P300 について, 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門大会 2022 論文集, 2B1-3 (2022).
- [9] 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 視聴覚刺激の意味的關係の有無と事象関連電位との關係に関する検討, 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門大会 2022 論文集, 2B1-2 (2022).
- [10] 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討, 電気学会医用・生体工学研究会資料, MBE-22-003 (2022).
- [11] Yukihiro Takeda, Shin'ichiro Kanoh: Changes in event-related potentials due to multisensory integration, Proceedings of the 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2022), 298 (2022).
- [12] 小林 史弥, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 移動する音の属性変化に伴う事象関連電位の特性についての検討, 電子情報通信学会技術研究報告, NC2021-78 (2022).
- [13] 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討, 電気学会 医用・生体工学研究会資料, MBE-22-003 (2022).
- [14] 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎: 実音源と仮想音源からの聴覚刺激によって誘導された事象関連電位の比較, 電気学会 医用・生体工学研究会資料, MBE-22-015, 2022
- [15] 小島 宰門, 加納 慎一郎: 分凝知覚される音刺激に対する選択的注意を検出する 4 クラス聴覚 BCI システムについての検討, 生体医工学, Annual59, 494 (2021).
- [16] 小島 宰門, 加納 慎一郎: 音脈分凝を用いた聴覚 BCI における脳波前処理手法の比較, 日本生体医工学会 生体信号計測・解釈研究会 第 65 回研究会抄録集, 2 (2021).
- [17] 小島 宰門, 加納 慎一郎: 分凝知覚される 2 つの音系列を用いた 4 クラス聴覚 BCI システムについての検討, 日本生体医工学会 生体信号計測・解釈研究会 第 63 回研究会抄録集 (2020).
- [18] 小島 宰門, 加納 慎一郎: 音脈分凝を利用した 4 クラス聴覚 BCI システムについての検討, 電気学会マグネティックス/医用・生体工学合同研究会資料, MBE-21-030 (2020).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

| | |
|---|----------------------|
| 1. 著者名 Shin'ichiro Kanoh | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 Towards the Brain-Computer Interface for Daily Life (Invited Talk) | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Display Workshops | 6. 最初と最後の頁 INP2-1 |
| 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 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 生体信号からのユーザの意図と心理状態の検出にむけて | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022論文集 | 6. 最初と最後の頁 1A1-2 |
| 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 Naoki Mizukami, Simon Kojima, Shin'ichiro Kanoh | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 A study on BCI to detect auditory steady-state response | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2023) | 6. 最初と最後の頁 85 |
| 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 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 スピーカアレイを用いて仮想定位された聴覚刺激によって誘導される事象関連電位の検討 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 | 6. 最初と最後の頁 MBE2022-70 |
| 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 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 事象関連電位の潜時におよぼす異種感覚統合の効果に関する検討 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 | 6. 最初と最後の頁 MBE2022-71 |
| 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 水上 直輝, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 ?脈分凝知覚の有無による事象関連電位応答の違いについての検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022論文集 | 6. 最初と最後の頁 2B3-4 |
| 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 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 空間に配置された実音源と仮想音源への選択的注意に伴うP300について | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022論文集 | 6. 最初と最後の頁 2B1-3 |
| 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 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 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 視聴覚刺激の意味的關係の有無と事象関連電位との関係に関する検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022論文集 | 6. 最初と最後の頁 2B1-2 |
| 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 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 電気学会医用・生体工学研究会資料 | 6. 最初と最後の頁 MBE-22-003 |
| 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 Yukihiro Takeda, Shin' ichiro Kanoh | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 Changes in event-related potentials due to multisensory integration | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2022) | 6. 最初と最後の頁 298 |
| 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 小島 宰門, 加納 慎一郎 | 4. 巻 Annual159 |
| 2. 論文標題 分凝知覚される音刺激に対する選択的注意を検出する4クラス聴覚BCIシステムについての検討 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 生体医工学 | 6. 最初と最後の頁 494 ~ 494 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11239/jsmbe.Annual159.494 | 査読の有無 無 |
| 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 小島宰門, 加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 音脈分凝を用いた聴覚BCIにおける脳波前処理手法の比較 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 日本生体医工学会 生体信号計測・解釈研究会 第65回研究会抄録集 | 6. 最初と最後の頁 2~2 |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 小林史弥、小島宰門、加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 移動する音の属性変化に伴う事象関連電位の特性についての検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 | 6. 最初と最後の頁 NC2021-78 |
| 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 武田幸浩、小島宰門、加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 電気学会 医用・生体工学研究会資料 | 6. 最初と最後の頁 MBE-22-003 |
| 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 清水京也、小島宰門、加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 実音源と仮想音源からの聴覚刺激によって誘導された事象関連電位の比較 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 電気学会 医用・生体工学研究会資料 | 6. 最初と最後の頁 MBE-22-015 |
| 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 小島宰門、加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 分凝知覚される2つの音系列を用いた4クラス聴覚BCIシステムについての検討 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 第63回日本生体医工学会 生体信号 計測・解釈研究会抄録集 | 6. 最初と最後の頁 1 |
| 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 小島宰門, 加納慎一郎 | 4. 巻 |
| 2. 論文標題 音脈分凝を利用した4クラス聴覚BCIシステムについての検討 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 電気学会マグネティックス/医用・生体工学合同研究会資料 | 6. 最初と最後の頁 MBE-21-030 |
| 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 - |

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 Shin'ichiro Kanoh |
| 2. 発表標題 Towards the Brain-Computer Interface for Daily Life (Invited Talk) |
| 3. 学会等名 29th International Display Workshops (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 生体信号からのユーザの意図と心理状態の検出にむけて |
| 3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Naoki Mizukami, Simon Kojima, Shin'ichiro Kanoh |
| 2. 発表標題 A study on BCI to detect auditory steady-state response |
| 3. 学会等名 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 スピーカアレイを用いて仮想定位された聴覚刺激によって誘導される事象関連電位の検討 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会MEとバイオサイバネティックス研究会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 武田 幸浩, 小島 宰門, 加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 事象関連電位の潜時におよぼす異種感覚統合の効果に関する検討 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会MEとバイオサイバネティックス研究会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 水上 直輝, 小島 宰門, 加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 ?脈分凝知覚の有無による事象関連電位応答の違いについての検討 |
| 3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 清水 京也, 小島 宰門, 加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 空間に配置された実音源と仮想音源への選択的注意に伴うP300について |
| 3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 武田 幸浩,小島 宰門,加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 視聴覚刺激の意味的關係の有無と事象関連電位との關係に関する検討 |
| 3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 武田 幸浩,小島 宰門,加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討 |
| 3. 学会等名 電気学会医用・生体工学研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yukihiro Takeda, Shin' ichiro Kanoh |
| 2. 発表標題 Changes in event-related potentials due to multisensory integration |
| 3. 学会等名 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC2022) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小島 宰門、加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 分凝知覚される音刺激に対する選択的注意を検出する4クラス聴覚BCIシステムについての検討 |
| 3. 学会等名 第60回 日本生体医工学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小島 宰門、加納 慎一郎 |
| 2. 発表標題 音脈分凝を用いた聴覚BCIにおける脳波前処理手法の比較 |
| 3. 学会等名 日本生体医工学会 生体信号計測・解釈研究会 第65回研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小林史弥、小島宰門、加納慎一郎 |
| 2. 発表標題 移動する音の属性変化に伴う事象関連電位の特性についての検討 |
| 3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 武田幸浩、小島宰門、加納慎一郎 |
| 2. 発表標題 異種感覚統合による事象関連電位の時間変化の検討 |
| 3. 学会等名 電気学会 医用・生体工学研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 清水京也、小島宰門、加納慎一郎 |
| 2. 発表標題 実音源と仮想音源からの聴覚刺激によって誘導された事象関連電 |
| 3. 学会等名 電気学会 医用・生体工学研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小島宰門, 加納慎一郎 |
| 2. 発表標題 分凝知覚される2つの音系列を用いた4クラス聴覚BCIシステムについての検討 |
| 3. 学会等名 第63回日本生体医工学会 生体信号 計測・解釈研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小島宰門, 加納慎一郎 |
| 2. 発表標題 音脈分凝を利用した4クラス聴覚BCIシステムについての検討 |
| 3. 学会等名 電気学会マグネティックス/医用・生体工学合同研究会 |
| 4. 発表年 2021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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
| | | |

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 |
|---------|---------|
| | |