

2022 年 日本生体医工学会九州支部学術講演会

講演概要

日 時：令和 4 年 3 月 6 日（日）

場 所：WEB 開催（ZOOM）

1A1 脳波のクロススペクトルを用いた局在性徐波の焦点判定

○北村 友人¹, 杉 剛直¹, 松田 吉隆², 後藤 聡¹, 西田 茂人³, 佐藤 啓⁴,
臼井 桂子⁵, 戸島 麻耶⁴, 人見 健文⁴, 松橋 眞生⁴, 池田 昭夫⁴, 長峰 隆⁵,
柴崎 浩⁴

1 佐賀大学工学部 2 佐賀大学海洋エネルギー研究センター 3 福岡工業大学情報工学
部 4 京都大学大学院医学研究科 5 札幌医科大学医学部

背景脳波活動中の徐波は、脳機能の異常を知る上で重要である。局所性の徐波は、側頭葉に起源を持つことが多く、耳朶基準導出脳波ではしばしば耳朶電極の活性化により、分布の推定が困難となる。本研究では、隣接電極間の電位差による双極導出脳波を用い、このクロススペクトル情報から局所性徐波の焦点を判定した。2つの双極導出脳波より、徐波帯域のパワースペクトル成分量、クロススペクトル成分量と位相を導出した。脳波記録全体でのパラメータの値より、徐波出現の有無ならびに焦点電極を自動判定した。11例の脳波データを用いて、本方法の判定精度を検証した。6例では視察判読と完全に一致、3例は大まかな特徴は捉えられた。残る2例は結果が異なったが、これらのデータでは頻回なアーチファクト（雑音）の混入が見られた。本方法は、過去に開発した脳波自動判読システムへと取り込むことを目標としており、これによってシステムの判定精度向上が期待される。

1A2 ウェアラブル脳波計の加速度情報を利用したアーチファクト混入区間の自動抽出

○木下 雅貴¹, 杉 剛直¹, 松田 吉隆², 後藤 聡¹, 野平 晴彦³, 須藤 健太³,
兵藤 道大³

1 佐賀大学工学部 2 佐賀大学海洋エネルギー研究センター 3 日本光電工業

ウェアラブル型の脳波計は、従来の検査に比べて装着が容易であり、救急救命の現場などで利用が始まっている。装着が容易である反面、記録電極数が少ないため、脳波とアーチファクト（雑音）との識別が困難である。また、装着の形状に起因した、従来の脳波検査では見られないアーチファクトの混入も考慮する必要がある。本研究では、ウェアラブル脳波計に搭載されている加速度計の記録波形を利用して、アーチファクト混入区間の自動抽出を試みた。加速度波形の振幅、変化量、変化の持続時間などに基づいて、体動、電極インピーダンスの変化に起因したアーチファクトを分類した。方法開発のために、様々なアーチファクトが混入した健常被験者5例のデータを用いて検証した。体動起因のアーチファクト混入区間は、明瞭なものは全て抽出できた。一方の電極アーチファクトでは、一部で加速度の変化が小さいために抽出できない区間があった。加速度情報に加え、脳波時系列そのものの情報も組み合わせることで、抽出精度を向上させる必要がある。

1A3 (演題取下げ)

1A4 加圧される面積による血圧値の誤差について：容積振動法を用いた指輪式血圧計開発研究

○貞清 正真¹, 福田 海斗², 大渡 郁佳², 李 知炯¹

1 福岡工業大学大学院工学研究科情報システム工学専攻 2 福岡工業大学情報工学部情報システム工学科

カフを用いる上腕加圧式血圧計測法においてカフの大きさは測定血圧値の誤差原因として挙げられている。というのも、計測部位の太さには個人差があり、加圧面積に差が生じるからである。そこで、デバイスの大きさ及び計測部位の個人差を考慮し、容積振動法を用いる指輪式血圧計を開発してきた。しかし、指基部における適切なカフの大きさについては検討されてこなかった。本研究では、加圧面積に着目し、異なるカフ幅及び異なる指の太さによる測定血圧の誤差について実験的な調査を行った。市販の上腕血圧計を基準とした 3 つのカフ幅 13, 19, 25 mm の試作システムにおける平均血圧の差の平均が、それぞれ、35.8, 2.8, -6.5 mmHg であった。また、5 名の被験者に対し、実測した直径 18.6 mm の指における平均血圧が基準値と比べ最も小さい差 (12.0 mmHg)、この直径を中心として指が太くなるほど、かつ細くなるほど差が大きくなった。これらの考察は、血圧校正法の観点から行った。

2A1 空間重なり変調法を用いた2光子励起顕微鏡の高深達距離化に向けた基礎的検討

○林 知志, 山岡 禎久

佐賀大学大学院先進健康科学研究科

2光子吸収を利用した蛍光イメージングでは、生体深部の構造を高い空間分解能で可視化することができる。しかし、観察面が深くなると、焦点位置の外からの信号により信号対雑音比 (SNR) が悪化する。そこで、SNR を向上させるために、空間重なり変調法と2光子光音響イメージングを組み合わせたイメージング手法を提案する。この方法では、焦点付近においてのみ起こる重なり変調による信号を検出するため、焦点以外からの信号が除去され高コントラスト化が可能であり、光音響波を検出することにより深部観察が可能となる。現在、KTN 偏向器を用いた重なり変調による2光子蛍光の発生と最適な偏向角を確認し、2光子蛍光の検出によりガラスセル内のローダミン B/エタノールのエッジを可視化することに成功した。

2A2 がん広がり診断へ向けた内在性分子からの光音響信号測定

○池下 彰一¹, 能塚 雄介², 波田 悠暉¹, 濱野 純¹, 山岡 禎久¹

1 佐賀大学大学院先進健康科学研究科 2 佐賀大学大学院工学系研究科

一般的に固形がんは低酸素状態になっているため、蛍光を有する内在性分子である NADH (ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド) が増えることが知られている。自家蛍光イメージングによってがんの広がり診断をする方法も提案されているが、生体による光散乱のために深部方向の広がりを評価することは難しい。この問題を解決するために、我々は NADH を光音響イメージングにより検出し、がんの広がりを診断する方法を提案する。光音響イメージングとは光と音を融合した技術であり、従来観察できないミリメートルからセンチメートルの生体深さを数十から数マイクロメートルの空間分解能で観察することができる。本研究では、波長 355 nm のナノ秒光パルスを励起光として、NADH を溶かした水溶液に照射し、光音響信号の発生を確認した。現在、溶液の pH を変化させた際の光音響信号の強度変化について評価を行っている。

2A3 安静時及び課題遂行時の超低周波成分脳内ネットワーク活動の時間変化について
○揚野 翔, 田中 秀, 大倉 諒也, 岩泉 裕生, 伊良皆 啓治
九州大学

これまで、脳内ネットワーク活動についての研究において、機能的接続性とグラフ理論を応用したネットワーク解析が行われてきた。しかし、このネットワーク解析において EEG の特徴である、高時間分解能を生かした脳内ネットワーク活動の時間変化について注目した研究は少ない。また、安静時ネットワークの 1 つであるデフォルトモードネットワーク(DMN)では 1Hz 以下の超低周波成分において、脳波での活動が示唆されている。そこで本研究では、2 分間の安静時と図形暗記時の超低周波成分での脳内ネットワークの時間変化に着目し、時間窓を細かくシフトして機能的接続性の 1 手法である Phase locking value を計算し、特徴的経路長(CPL)とクラスタリング係数(CC)、スモールワールド性(SW)を算出し、時間的脳内ネットワーク変化を検討した。結果、SubDelta(0.08-0.12Hz)において、安静時に高い SW を、暗記時より長く維持しており、SW の時間平均値が安静時の方が暗記時に比べ優位に高いという結果が得られた。このことは安静時の DMN の活性化による影響であると考えられ、EEG 単体での DMN 活動計測の 1 つの指標になるのではないかと考える。

3A1 赤外線変調式信号によるトラッキングシステムの開発について

○関戸 彪馬¹, 波多野 良輔¹, 松田 鶴夫²

1 北九州市立大学国際環境工学研究科情報工学専攻 2 北九州市立大学環境技術研究所

近年、高齢化社会が進行している日本では、介護者・患者へのニーズに合わせた QOL 支援システムの需要が高まる傾向にある。このような需要に応えるべく様々な企業でシステムが開発されているが、その多くが特化型の機能を持つことが多い。特化型の機能は、効果の高いシステムを搭載できるという利点を持つ反面、ニーズに対して柔軟な対応が難しいという欠点も持つ。これらの問題を解決するために、我々はハード・ソフト両面にわたり柔軟なシステム構成（レジリエントシステム）について考察している。レジリエントシステムは既存技術の再利用性、持続的に開発可能な拡張性に重きを置いている。開発対象の変更、要求されるニーズの変更が求められる場合であっても、このシステムを取り入れることで開発の負荷を軽減することに繋がる。ここでは要素技術の一つとして、赤外線変調式信号によるトラッキングシステム（以下、カルガモシステム）を開発したので紹介する。

3A2 脳血管系麻痺による上肢片麻痺者リハ支援に資する環境開発と評価について

○松田 鶴夫¹, 金田 純也², 脇坂 成重³, 遠藤 正英³

1 北九州市立大学環境技術研究所 2 北九州市立大学国際環境工学研究科 3 桜十字福岡病院リハビリテーション部

近年、高齢化社会の加速に伴う各種脳疾患の患者数が拡大している。後遺症等疾患としての麻痺により、意欲の減退や社会復帰を逡巡する人々が増えつつあることから、患者や家族そして医療機関を含む社会全体の負担が大きくなっている。一方、リハビリテーションによる機能回復は多くの病院で行われ、機能回復例も多く報告されているが、その効果の再現性が個人に大きく由来することから「いかに自立して健康で暮らせるか」という QOL を考慮した「健康寿命」への欲求に対する支援は十分とは言い難い。本研究では、患者自身の麻痺側を動かそうとする意思をトリガとする運動・感覚・視覚を組み合わせたフィードバックシステム（Narem）構築した。本報告ではこれによる 20 名の手指麻痺者への臨床試験を行い、18 名について有効性を確認したので報告する。

3A3 焚き火の脳科学研究プロジェクトははじめました

○岡本 剛

九州大学

ブームに乗じて野山に繰り出し、独り焚き火に熱中するあまり、著者はついに焚き火を仕事（脳科学研究の対象）にしてしまった。人類にとって焚き火が特別かつ不可欠なものだったことは周知の通りだが、焚き火の脳科学的効果についてのエビデンスは、実はほとんど無い。「好きな焚き火をしながら、焚き火の脳科学研究でハイ・インパクトな結果が得られれば一石二鳥だ！」と鼻息荒くたった独りでプロジェクトを立ち上げたまでには良かったが、大学の敷地内で焚き火をするには障壁しかなかった。できる限り野山の環境に近く、たった独りで焚き火ができる場所（で使っている所）を選定し、その許可を得るだけで1年もかかってしまった。しかしその甲斐あって、週に一度は雑用や雑念にまみれた日常からしばし離れ、研究にだけ没頭していた若かりし日に戻った気分ですくすく実験している。ここではそんな本プロジェクトの背景や苦労話、現在の状況を合わせて、俯瞰セッションで話してみたい。

3A4 金属製埋植電極に必要な諸特性—人工感覚器への応用を中心に

○野村 修平^{1,2,3}, 田代 洋行^{2,3}, 寺澤 靖雄⁴, 中野 由香梨⁴, 太田 淳³

1 帝京大学福岡医療技術学部 2 九州大学 3 奈良先端科学技術大学院大学

4 株式会社ニデック

外界情報を直接神経や脳に伝えるサイバネティクス技術の医療応用に向けた研究開発は目覚ましく、旧来は治療が不可能であった感覚機能の喪失も治療が可能になりつつある。聴覚障害や失明疾患（網膜色素変性、加齢黄斑変性）など、未だ有効な治療法が確立していない感覚機能障害に対して機能が残存する感覚神経路を電気刺激することで、失われた感覚機能を再建できるようになった。人工感覚器の医療機器としての実用化には、生体内に埋植した電極を介して電気刺激（通電）や生体信号の記録を長期間、安全かつ安定して行う必要がある。それらは電極の特性に大きく依存するため、目的に応じて埋植電極の材料、形状、サイズ、表面構造、埋植様式等を設定することが重要となる。本発表では、人工感覚器として実用化が進んでいる人工内耳や人工網膜などの紹介を通し、アクティブインプラントにおける神経インターフェースとして埋植電極が有すべき諸特性や安全評価法について述べる。

1B1 神経細胞に光応答性を付与する Photoactive molecule (BENAQ) の精製純度の検討

○佐々木海吏¹, 田代 洋行^{2,3}, 野村 修平^{4,3,2}

1 九州大学医学部保健学科検査技術科学専攻 2 九州大学 3 奈良先端科学技術大学院大学 4 帝京大学

加齢黄斑変性や網膜色素変性のような失明疾患では網膜神経節細胞は残存している。現在開発されている人工網膜では神経インターフェースとして、残存する神経細胞を直接的に電気刺激する方法がとられる。これに代わる新たな方法として光学的な神経刺激である photoswitch がある。photoswitch とは網膜神経節細胞のイオンチャンネルを光異性化分子で制御し、網膜神経節細胞に光感受性を与える物質及びその方法である。photoswitch に Benzyl ethyl aminoazobenzene quaternary ammonium (BENAQ) という光異性化分子を用いた方法がある。本研究では BENAQ の精製純度を求めるために、BENAQ 合成の出発物質である Aminoazobenzene 4 の検出限界、定量限界を検討した。検出限界は 6.15×10^{-5} mg/ml、定量限界は 2.5×10^{-4} mg/ml であった。BENAQ の最大効果濃度は 0.0347 mg/ml である。得られた検出限界に対して 0.2% 程度の不純物濃度まで検出でき、十分な精度が得られたと考えられる。濃縮液で評価すればより高精度な評価が可能である。許容される不純物濃度については最終的には毒性試験を必要とする。

1B2 照明色が食材に含まれる毛髪の探索時間に与える影響

○小松 蒼史¹, 早見 武人¹, 浦田 忠², 野見山 和貴², 高本 智茂仙^{2,3}

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 ピナーカ MJ レボリューションズ(株) 3 サムテック・イノベーションズ(株)

現代では消費者が目にする食品の多くは加工品であり、食品工場を経由して出荷されている。食品の原材料に含まれる様々な異物を除去する工程の一部は機械化されず、人手によって行われている。いくつかの企業ではこの工程に一般的な白色光ではなく色光を用いているが、色光が生産効率を高めることに関する科学的根拠は乏しい。そこで本研究では平面に広げた食材の中から毛髪を探す工程を想定し、異なる色光で照射された食材の写真の中から毛髪を探すときの探索時間を計測できるゲーム風のアプリケーションを開発した。6種類の生鮮食材に赤・緑・青・白の4色を照射した写真を用いてこのアプリケーションを動作させ、10名の実験参加者を用いて探索時間の計測を行った。その結果、一部の食材について色光が探索時間の短縮に貢献していると考えられた。色光を照射した食材の写真は白色光よりも図柄が単純になる場合があり、探索時間の短縮に繋がっていると考えられた。

1B3 筋電応答により駆動を行う装飾義手の構築を最終目的とした義手各構成要素の性能向上を目的とした研究開発

○星野 桃香¹, 松田 鶴夫², 中島 聡吾³

1 北九州市立大学国際環境工学部情報システム工学科 2 北九州市立大学環境技術研究所 3 北九州市立大学国際環境工学研究科情報工学専攻

近年様々な企業が上肢切断者にむけた義手を提供している。このような中で、筋電位を活用する義手の注目度は高い。筋電位義手の研究開発は多岐にわたるが、研究の域を出て一般に普及するものは少ない。この主たる原因は、開発における課題が非常に膨大であり、全ての要求に応えることが難しい点にある。中でも、重量、コスト、応答速度、耐久性、メンテナンス性等は重要課題とされている。本研究は過去に報告を行った先行研究において生じた課題を解決する要素技術の性能向上を目的としている。まずは、義手本体に内蔵可能な筋電位導出装置の小型化と、駆動モーター制御に関する検討をおこなった。さらに、筋電位導出に関わる部分の低ノイズ化や増幅度切り替えに関わる回路について予備実験や検討を行った。また S.M.A.評価に必要な試験装置の開発や新たに試作した義手モデルを使用した駆動実験などを行い運用が可能であることと、新たな課題を確認したので併せて報告する。

1B4 (演題取下げ)

2B1 聴性誘発脳波のウェーブレット変換位相解析による自閉スペクトラム症の特徴抽出

○坪井 章悟¹, 早見 武人¹, 小田 祐子², 原口 奈美², 中山 菜穂²,
上野 雄文², 鬼塚 俊明³

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 国立病院機構肥前精神医療センター 3 九州大学大学院医学研究院神経画像解析学

発達障害が社会で広く認知されるようになり、自閉スペクトラム症検査のニーズが高まっている。自閉スペクトラム症の原因については近年 GABA の関与が疑われている。GABA 作動性抑制性介在ニューロンの活動を反映する生理反応に、聴性定常反応 (ASSR) と呼ばれる脳波がある。ASSR はボタン押しのような行動を伴わずに計測可能であるため幼児でも検査できるという特長がある。これまでの研究において、双極性障害患者の ASSR に含まれるガンマ帯域パワースpekトルの減少や位相同期性の低下が確認されている。そこで本研究では ASSR の位相同期性について、自閉スペクトラム症患者群と健常者群の比較を行った。500 ミリ秒間の 40Hz クリック音を 1 秒間隔で与え、反応として得られた ASSR にモルレーのウェーブレット変換を適用し、位相同期性のスカログラムを描いて比較した。その結果、自閉スペクトラム症患者群の位相同期性は健常者群よりも低く、双極性障害患者に似た反応を示すものと考えられた。

2B2 画像処理を用いた行動科学教育用瞬目観察ツールの試作評価

○福岡 千紘¹, 早見 武人¹, 松本 亜紀², 松尾 太加志³, 福田 恭介⁴,
志堂寺 和則⁵

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 北九州市立大学文学部 3 北九州市立大学 4 福岡県立大学 5 九州大学大学院システム情報科学研究院

近年ではパソコンやスマートフォン等の端末機器がカメラを有することが一般的になっている。これまで行動科学分野において動画を用いた計測は脳の情報処理過程を知る手がかりを得るための特別な方法に位置付けられてきたが、今後は動画を研究や実務に活用できる人材を育成する必要があると考えられる。しかし現状では動画を計測手段として用いるためには情報分野の知識が相当量必要であり、文系学部で行動科学を学んでいる学生にとって敷居が高いものとなっている。そこで本研究では教育における課題を明らかにすることを目的として、学生実験での使用を想定した瞬目計測アプリケーションの試作を行った。コードは OpenCV と Dlib の顔検出機能を利用して Python で記述した。作成したアプリケーションを用いた模擬実験を文系と理系の学生に行ってもらい、その様子を観察、比較した。行動科学分野で学生実験に動画の画像処理を取り入れる際の教材開発や教育内容に関する示唆を得た。

2B3 外因性細胞外 pH 勾配下の MDA-MB-231 細胞の遊走の方向性

○波田 悠暉, 山岡 禎久

佐賀大学大学院先進健康科学研究科生体医工学コース

当研究室では、がんの血行性遠隔転移メカニズムの解明を目標に、がん細胞の遊走方向が腫瘍内微小血管周囲に形成される代謝産物やエネルギー基質などの物質濃度勾配によって決定される可能性を *in vitro* で検討している。このような遊走を方向性遊走と呼び、これまでに約 0.2 units/mm の細胞外 pH 勾配が MDA-MB-231 細胞の方向性遊走を誘導することを示した。しかし、この実験では細胞外 pH 勾配の他に様々な物質濃度勾配が形成されていたため、細胞外 pH 勾配が単独で同細胞の方向性遊走を誘導できるかどうかは分かっていない。そこで本研究では、pH 以外の物質濃度勾配を極力排除した上で約 0.3 units/mm の細胞外 pH 勾配を形成できるデバイスを新規作成し、同細胞の遊走観察を行った。このとき、方向性遊走は観察されなかった。細胞外 pH 勾配の他に誘導因子が存在する可能性も含めて誘導因子の更なる探索が必要である。

2B4 手指リハビリテーション支援に資する VR 機能と通信機能の拡張検討について

○木口屋 和泉¹, 久保 大樹¹, 松田 鶴夫²

1 北九州市立大学国際環境工学科 2 北九州市立大学環境技術研究所

近年、肢体不自由者が増加傾向にあるが、リハビリテーション（以下、リハ）の指導員数は不足しており、効率・効果的なリハが重要視されている。本研究室ではこれらの問題に対して、大脳機能を利用したリハ支援システム(Narem)を開発し、現在、病院の協力を得て実地試験に取り組んでいるが、患者の集中力不足による効率低下の例を確認した。この問題解決のために、視覚誘導強化と外乱影響低減を目的とする追加機能を検討中である。これまでに、Narem から得た手指空間座標を元に Unity を用いた VR 空間上での手指モデル表示システムを構築し、手指運動に対応したオブジェクト追従運動を誘発する機能まで追加していた。このシステムに Unity から TCP/IP 通信、もしくは Wi-Fi 通信を用いて、リハに関するデータを送受信する機能の追加手法が明らかになった。また、今後の実装に必要な調査についても明らかになったので報告する