

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：21102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350609

研究課題名(和文)電気磁気生理学的手法を用いた知覚動作サイクルに関する研究

研究課題名(英文)Research on the perception-action cycle by electromagnetic physiological techniques

研究代表者

尾崎 勇(Ozaki, Isamu)

青森県立保健大学・健康科学部・教授

研究者番号：90241463

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：前頭連合野は環境からの刺激を受容して行動するための知覚-動作サイクルのネットワーク構築に関与している。脳磁場信号を解析した結果、好印象の魅力的な商品をボタン押しで自由選択する場合には、刺激呈示から0.5-1.5秒の間に、 β -帯域の高周波信号が左眼窩前頭皮質で増大し、ついで指の対側の前部帯状回、補足運動野、運動-感覚領域へ連続的に活動が続いた。同じ商品画像を用いたオッドボール課題では左眼窩前頭皮質の反応は見られず、後続の活動だけが観察された。したがって、魅力的な商品だと思ふ感情は選択の意志決定に先だって生じる左側の眼窩前頭皮質の活動として表現され、脳磁図により可視化できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The prefrontal cortex is involved in the network of the perception-action cycle when we act in response to stimuli from environment. As a result of magnetoencephalographic analysis, when participants underwent a free choice task to choose attractive items among various kinds of commodities, during 0.5-1.5 seconds after picture presentation, the β -band high frequency signals increased in the left orbitofrontal cortex and subsequently in the anterior cingulate gyrus, supplementary motor area, and sensorimotor areas contralateral to the finger response. In the oddball paradigm comprising the same product images used in the free choice task, the response of the left orbitofrontal cortex was not found and only following activity was observed. Therefore, we suggest magnetoencephalogram makes it possible to visualize the feeling that we find certain product attractive or "cool" as the high-frequency activity of the left orbitofrontal cortex that precedes decision making of the choice.

研究分野：医歯薬学

キーワード：神経科学 脳磁図 脳波 高周波信号 前頭連合野 呼吸 痛覚

1. 研究開始当初の背景

生体は、絶えず変化しつづける環境に応じてその動作を適合させるための生理学的基盤を有している。霊長類などの高等動物では、前頭連合野を頂点とした神経ネットワークが環境からの刺激を受容して行動するための、知覚-動作サイクルの発現に関与している。動物実験では、感覚弁別、遅延反応などの知覚-動作サイクル課題において、侵襲的な脳電位記録法、単一神経活動記録法や破壊実験などから、前頭前皮質が感覚情報の記憶、(報酬を得るための)適切な行動の発現・遂行まで時間を越えた随伴性を媒介することが知られている(Fuster, 2008)。ヒトにおいても、疾患や外傷による前頭前皮質損傷の神経心理学的研究から、背外側部前頭前皮質が知覚-動作サイクルにおける時間的統合に関与する一方、眼窩内側部は動作を遂行する上で、衝動性や注意転導性の抑制性制御に関与するほか、辺縁系の一部として感情や情動的側面に関わると言われてきた。

近年の機能的MRIやPETのニューロイメージング研究でも快/不快刺激や注意課題で眼窩部前頭皮質や帯状回前部の活動増加が報告されている。しかしながら、脳血流や局所の代謝を調べる方法は時間的分解能に乏しく、刺激に対する感覚応答、前頭前皮質の活動、行動を発現させる運動関連皮質の活動の連鎖やそれらが発現する時間を捉えることはできない。ヒトの脳活動のシークエンスを追跡するためには、脳の神経活動を直接反映する脳波(EEG)と脳磁場(MEG)がもっとも有力である。

またわれわれの認知行動は感情の変化や自律神経系の変調によってしばしば大きな影響をうける。安静呼吸や深呼吸は、それ自身心拍数、血圧、発汗など自律神経活動へ影響を与えるほか、呼吸の乱れは自律神経活動のみならずわれわれの認知行動様式にも大きな影響を及ぼす。そこで呼吸に伴う感覚情報処理や運動機能に及ぼす影響を捉えることは、ヒトの知覚-動作サイクルにおける呼吸による脳活動の変化を調べることにほかならない。このような観点から体性感覚情報処理、運動機能へ及ぼす呼吸様式と呼吸相との関連についても検討を加えた。

2. 研究の目的

(1) 好悪を伴う行動における知覚-動作過程の脳磁場計測を行い、大脳各部の高周波数信号の変化に焦点を当てて、眼窩内側部前頭前皮質の活動は右手あるいは左手で選択反応をする場合課題特異的かあるいは感情特異的か解析することを目的とした。

(2) 侵害刺激に対する痛覚の自覚的評価、脳活動と自律神経活動が自発呼吸の吸息相と呼息相でどのように変動するかを調べることを第二の目的とした。

(3) 新たな研究シーズである呼吸と大脳活動の連動に関して、磁気刺激装置を用いて、

経頭蓋磁気刺激を一次運動野手領域に与えて得られる、運動誘発電位の呼吸性変化に関する検討を行った。知覚-動作サイクルの最終過程である運動機能に焦点を当てて、一次運動野手領域の興奮性は安静呼吸と深呼吸によって変化するか、また吸息相と呼息相で変化するかを経頭蓋磁気刺激法を用いて調べることを第三の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 金沢市の横河電機株式会社ライフサイエンス事業部MEGセンターに設置されている、全頭部被覆型脳磁界測定装置(160チャンネルMEG Vision)を用いて実験を行なった。好印象で導かれる商品選択に伴う高周波脳磁場活動について検討した。対象は若年健常人20名。各被験者にはイス、やかんなどの日用品1カテゴリー当たりデザインの異なる商品の画像10枚を順次呈示し、魅力的・好印象と思った商品画像にボタン押し反応する自由選択課題を行った(日用品11カテゴリーで各30~40画像で計400枚呈示)。後日同一被験者で、以前に魅力的と選択した同じ商品画像を標的(頻度30%)、選択しなかった商品画像をカテゴリーの異なる非標的(頻度70%)に設定したオッドボール課題を行い、自発脳磁図の高周波数活動(高~帯域)を2課題で比較した。

(2) 若年健常男性10例を対象に、脳波、交感神経皮膚反応(sympathetic skin response, SSR)、指尖容積脈波(digital plethysmogram, DPG)、鼻孔の呼気二酸化炭素(CO₂)濃度を連続的に記録し、呼気CO₂濃度が20mmHgを越えた時(呼息相の初期)、あるいは下回った時(吸息相の初期)に表皮内電極刺激法を用いて左手背へ微弱な電気刺激を与えて、first painを誘発した。刺激強度は痛覚閾値あるいはその4倍として、痛覚刺激に対する慣れが生じないように刺激間隔を数十秒あけて、それぞれの強度で1試行当たり呼息、吸息の各相10回刺激した(1試行の時間は10分未満)。各被験者には十分な休息をとらせて2試行を行った。自覚的な痛みの程度、加算平均脳電位(N1電位とP1電位)、SSR、DPGについて、痛覚閾値と4倍強度で、呼息刺激と吸息刺激の比較を行った。脳電位のStandardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA)解析も合わせ脳内発生源の探索も行った。

(3) 若年健常者8人を対象として、各被験者は坐位の安静状態で正常の自動呼吸あるいは随意的深呼吸をおこなった。鼻孔の呼気CO₂濃度を連続的にモニターしながら、二つの呼吸様式の呼息相の初期(呼気CO₂濃度が20mmHgを越えた時)、あるいは吸息相の初期(呼気CO₂濃度が20mmHgを下回った時)に、一次運動野(primary motor area, M1)手領域に経頭蓋磁気刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)を適用した。運動誘発電位(motor evoked potential, MEP)は刺激対

側の短母指外転筋, 第1背側骨間筋, 小指外転筋, 浅指屈筋, 固有示指伸筋から同時に記録した。個々の筋から記録された MEP の振幅, 潜時を計測して, 呼気終末期 CO₂ (ETCO₂) レベルとの関連, また2つの呼吸様式, あるいは呼吸相の間で有意な変化があるか否かを統計学的に解析した。

4. 研究成果

(1) 好印象の魅力的な商品を選択する自由選択課題において, 各被験者が商品を左示指で選択する反応時間は刺激呈示から平均1.2秒で, 選択した頻度は平均約27% (n=8000)であった。オッドボール課題の標的画像を選択する反応時間は平均0.7秒だった。自由選択課題の脳磁場については, 刺激呈示から0.5-1.5秒で高周波数活動の増加(選択/非選択の相対比)を認め, まず左眼窩前頭野, 右前部帯状回, 右補足運動野, 右運動~感覚領域へと活動が続いた。右側の前部帯状回, 補足運動野, 運動~感覚領域の連続的な活動は, 左示指ボタン押しに関連するものと考えられた。印象は問わず, 色や形によってカテゴリーの異なる標的の商品画像を選択するオッドボール課題では左眼窩前頭野の反応は見られず, 後続する活動だけが観察された。また一部の被験者では, 右示指ボタン押しで同様の自由選択課題を行った場合には, 高周波数活動の増加は左眼窩前頭野, 左前部帯状回, 補足運動野, 左運動~感覚領域へ続いた。

したがって, ある商品画像を見たときに魅力的だという感情は選択の意志決定に先だって生じる左側の眼窩前頭前皮質の活動として表現され, 脳磁図により可視化できると考えられる(Ozaki & Iguchi, ISACM meeting, 2015)。さらにその商品画像を選択してボタン押しに至るまでの脳内情報処理過程が100ミリ秒単位で可視化できることは, 機能的MRIに対して脳磁場計測の有用性と時間分解能の優位性を示すものであり, 今後のヒト脳機能の研究を飛躍的に発展させる可能性を秘めていると考えられる。

(2) 痛覚閾値とその4倍の強度のいずれにおいても, 吸息時に比べて, 呼息時の刺激では, 主観的な痛みは弱く, 刺激後のDPG波高の変化は軽度であり, SSR振幅も小さかった。痛覚誘発電位 N1, P1の振幅も呼息時の刺激では小さかった。すなわち, 同じ強度の痛覚刺激を与えても, 呼息時と吸息時では, 痛みの主観的な感覚, 自律神経反応の大きさ, 痛覚誘発電位の振幅のいずれも異なり, 呼息時で小さいことがわかった。Single trialの解析と痛みスコア別の加算結果から, 閾値刺激においては, 痛み感覚, 痛覚誘発脳電位や体性-自律神経反射は, 全か無かの法則に従って出現・消失していた。呼息時の閾値刺激にはしばしば無反応で, 閾値の4倍刺激でも痛み感覚, 脳電位, 自律神経反応は呼息時<吸息時であった。このような反応様式から痛覚

情報処理における gaiting は情報の入口である脊髄後角ニューロンレベルで起こっていると考えられる。実際, 痛覚脊髄後角ニューロンの活動は脳幹由来のセロトニン作動性下行性経路による調節を受けており, PAG(periaqueductal gray)刺激による痛みの抑制はその結果と考えられている。ラットでは大縫線核及び縫線核に隣接した網様体のセロトニン作動性ニューロンの大多数が呼吸サイクルで活動が変化する(Mason ら, 2007)ことが知られており, 今回観察された呼吸サイクルによる痛覚脊髄後角ニューロンの活動調節を説明する。

結論として, 痛みの感覚, 痛覚誘発電位, SSR や脈波変化の自律神経反応のいずれも吸息相に比べて, 呼息相では減弱する呼吸変動がみられた。その背景には, 呼吸に関連して活動が変化する脳幹網様体(縫線核)セロトニン作動性ニューロンによって脊髄レベルで痛覚情報の伝達制御があると推測される(Iwabe, Ozaki & Hashizume, Neuroscience Research, 2014)。(3) 正常の自動呼吸と比較すると随意的深呼吸においては, 記録した5つ全ての筋について MEP 振幅が最大50%増加し, その潜時はおよそ1ms短縮した。そのときの呼気終末期 CO₂ (ETCO₂)レベルは有意に減少していたことから, 深呼吸をするときには, 横隔膜や肋間筋を駆動する M1 の躯幹領域の興奮性が増加するだけでなく, 隣接する手領域の興奮性も subliminal に上昇することを意味している。

随意的深呼吸では MEP 増大は約1msの潜時短縮を伴っていた。本研究では二相性の TMS パルスの初期相によって M1 で posteroanterior current を生じ, その結果惹起された I wave が皮質脊髄路を下行して脊髄運動ニューロンに達して, MEP を生起させたと推測される。I wave は1.5ms間隔の頂点をもつ doublet あるいは triplet から成るので, もし潜時短縮に I wave の変化が関わったとすれば, 潜時の短縮は1.5msあるいはその倍数になるはずであるが, 本研究では潜時短縮は1ms以下であった。したがって, 本研究で観察された MEP の振幅増加に伴う潜時短縮は, 皮質脊髄路の下行性インパルスが増加すると, より大きな前角細胞が興奮閾値に到達して発火に加わるという“サイズの原理”を反映したものと考えられる。一方, 正常な自動呼吸, 随意的深呼吸のいずれの場合も, 吸息相と呼気相の間では, MEP の振幅・潜時に違いはみられなかった。呼吸筋を支配する躯幹の運動領域は, 一般に吸息相で活動するが, 呼息相においても次に訪れる吸息相の活動準備のために興奮性が持続している可能性が考えられる。

結論として, 安静時の随意的な深呼吸は M1 の手領域に対する TMS で得られる MEP を増大させ, その MEP 強化は呼吸周期全体を通じて起こる。M1 手領域は, 随意的深呼吸の全呼吸周期の間, トップダウンの神経信号によって

持続的に駆動される (Ozaki & Kurata, Clinical Neurophysiology, 2015)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

井口義信, 星詳子, 奥村栄一, 尾崎 勇, 橋本 勲: 振動刺激の周波数判別における二次体性感覚野と聴覚野との可塑的な結合. 日本生体磁気学会誌 26(1): 58-59, 2013. 査読あり.

尾崎 勇, 井口義信, 白石秀明, 石井良平, 平田雅之, 露口尚弘, 鎌田恭輔, 渡辺裕貴, 亀山茂樹, 橋本 勲: 脳磁図の臨床応用に関する文献レビュー(第6報): 神経変性・脱髄疾患と神経リハビリテーション. 臨床神経生理学 41(2): 57-70, 2013. 査読あり.

木村友昭, 尾崎 勇, 湯本真人, 橋本 勲: 体性感覚誘発脳磁場の刺激法及び刺激パラメータに関する文献レビュー. 臨床神経生理学 41(2): 71-79, 2013. 査読あり.

石井良平, 渡辺裕貴, 青木保典, 平田雅之, 白石秀明, 尾崎 勇, 井口義信, 露口尚弘, 鎌田恭輔, 亀山茂樹, 中里信和, 橋本勲, 武田雅俊: 脳磁図の臨床応用に関する文献レビュー(第4報): 精神科疾患・認知症. 臨床神経生理学 41(1): 29-45, 2013. 査読あり.

鎌田恭輔, 露口尚弘, 中里信和, 尾崎 勇, 池田英敏, 井口義信, 平田雅之, 亀山茂樹, 石井良平, 白石秀明, 渡辺裕貴, 橋本勲: 脳磁図の臨床応用に関する文献レビュー(第5報): 脳腫瘍. 臨床神経生理学 41(1):46-53, 2013. 査読あり.

Iwabe T, Ozaki I, Hashizume A: The respiratory cycle modulates brain potentials, sympathetic activity, and subjective pain sensation induced by noxious stimulation. Neurosci Res 84:47-59, 2014. 査読有り.
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.neures.2014.03.003>

神成 一哉, 尾崎 勇, 黒沢 忠輝: パーキンソン病に対する全身振動療法: 自動ロッキングチェアの開発とその効果の検討. 青森県立保健大学雑誌 15:1-7, 2014. 査読有り.

Ozaki I, Kurata K: The effects of voluntary control of respiration on the excitability of the primary motor hand area, evaluated by end-tidal CO2 monitoring.

Clin Neurophysiol, 126: 2162-9, 2015. 査読有り.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2014.12.032>

長岡 孝則, 岩部 達也, 尾崎 勇: 運動イメージの想起あるいは随意的深呼吸が運動誘発電位に及ぼす影響—経頭蓋磁気刺激を用いた検討—. 青森県立保健大学雑誌 16: 13-22, 2016. 査読あり.

尾崎 勇, 神成一哉, 馬場正之: パーキンソン病と農薬ばく露に関するアンケート調査. 青森県立保健大学雑誌 16: 31-36, 2016. 査読あり.

[学会発表](計 25 件)

尾崎 勇, 岩部 達也, 橋詰 顕: 表皮内電気刺激に伴う痛覚誘発電位, 交感神経活動, 痛みの主観は呼吸によって変化する. 第53回日本神経学会総会 2013年5月29日-6月1日, 東京, 東京国際フォーラム.

表皮内電気刺激による痛覚誘発電位, 交感神経活動の呼吸による変化

岩部 達也, 尾崎 勇, 橋詰 顕, 福島 真人 第48回日本理学療法学会大会 2013年5月24-26日, 名古屋市, 名古屋国際会議場.

尾崎 勇, 井口義信, 白石秀明, 石井良平, 平田雅之, 露口尚弘, 鎌田恭輔, 渡辺裕貴, 亀山茂樹, 橋本 勲: 脳磁図の臨床応用: 神経内科・リハビリテーション領域での最近の動向と将来展望. 第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日, 新潟市, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

鎌田恭輔, 露口尚弘, 中里信和, 尾崎 勇, 池田英敏, 井口義信, 平田雅之, 亀山茂樹, 石井良平, 白石秀明, 渡辺裕貴, 橋本 勲: 脳磁図の臨床応用: 脳腫瘍治療に関する歴史的背景と最近の動向. 第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日, 新潟市, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

石井良平, 渡辺裕貴, 青木保典, 平田雅之, 白石秀明, 尾崎 勇, 井口義信, 露口尚弘, 鎌田恭輔, 亀山茂樹, 中里信和, 橋本 勲, 武田雅俊: 脳磁図の臨床応用: 精神科疾患・認知症領域での最近の動向と将来展望. 第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日, 新潟市, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

白石秀明, 尾崎 勇, 井口義信, 石井良平, 鎌田恭輔, 亀山茂樹, 露口尚弘, 中里信和, 平田雅之, 渡辺裕貴, 橋本 勲: 脳磁図を用いた小児疾患診断の臨床応用: 最近の動向と将来展望. 第28回日本生体磁気学会 2013

年6月7-8日,新潟市,朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

平田雅之,亀山茂樹,柳澤琢史,貴島晴彦,押野 悟,吉峰俊樹,井口義信,石井良平,尾崎 勇,鎌田恭輔,白石秀明,露口尚弘,渡辺裕貴,中里信和,橋本 勲:脳磁図を用いたてんかん診断の臨床応用:最近の動向と将来展望.第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日,新潟市,朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

露口尚弘,鎌田恭輔,中里信和,宇田武弘,池田英敏,坂本真一,尾崎 勇,井口義信,平田雅之,亀山茂樹,石井良平,白石秀明,渡辺裕貴,橋本 勲:脳磁図の臨床応用:虚血性脳血管障害領域での最近の動向と将来展望.第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日,新潟市,朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

井口義信,星詳子,奥村栄一,尾崎 勇,橋本勲:振動刺激の周波数判別における二次体性感覚野と聴覚野との可塑的な結合.第28回日本生体磁気学会 2013年6月7-8日,新潟市,朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター.

Isamu Ozaki, Tomoaki Kimura, Masato Yumoto, Isao Hashimoto: Bibliographic survey on the stimulus methods and conditions for recording somatosensory evoked magnetic fields. 国際臨床脳磁図学会 ISACM meeting 2013. 札幌市, 2013年8月28-30日,東京ドームホテル札幌.

尾崎 勇: 体性感覚誘発反応の臨床的意義再考.第43回日本臨床神経生理学会学術大会 2013年11月7-9日,高知市,高知県立県民文化ホール,クラウンパレス新阪急高知・三翠園

岩部達也,尾崎 勇,橋詰 顕,福島真人:痛覚関連脳電位の発生源:sLORETA解析第43回日本臨床神経生理学会学術大会 2013年11月7-9日,高知県立県民文化ホール,クラウンパレス新高知市,阪急高知・三翠園

尾崎 勇,岩部達也,高田博仁,小山慶信:正中神経刺激体性感覚誘発電位の呼吸性変動.第43回日本臨床神経生理学会学術大会 2013年11月7-9日,高知市,高知県立県民文化ホール,クラウンパレス新阪急高知・三翠園

井口義信,星詳子,奥村栄一,多喜乃亮介,木村友昭,河野 理,則内まどか,尾崎 勇,橋本 勲:対話場面での不愉快な言動に起因する前頭葉の高周波数活動.第43回日本臨床

神経生理学会学術大会 2013年11月7-9日,高知市,高知県立県民文化ホール,クラウンパレス新阪急高知・三翠園

尾崎 勇,岩部達也,橋詰 顕,高田博仁,小山慶信:正中神経刺激体性感覚誘発電位は呼吸サイクルによって変動する.第30回日本脳電磁図トポグラフィ研究会 JSBET2013 2014年1月11-12日福岡市,福岡山王ホール.

井口義信,星詳子,奥村栄一,河野理,尾崎 勇,橋本 勲:非常識な言動の嫌悪感に起因する前頭葉・高周波数活動.第29回日本生体磁気学会大会 2014年5月29-30日大阪市,大阪大学吹田キャンパスコンベンションセンター.

尾崎 勇,岩部 達也,橋詰 顕,高田 博仁,小山 慶信:正中神経刺激体性感覚誘発電位は呼吸サイクルによって変動する.第55回日本神経学会総会. 2014年5月21-24日福岡市,福岡国際会議場・福岡産パレス・福岡国際センター.

Kazuya Kannari, Isamu Ozaki, Tatsuya Iwabe, Tadateru Kurosawa, Tatsuya Osanai: Slow body swaying with an automatic rocking chair improves motor symptoms of Parkinson's disease. 18th International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders. 2014年6月6日,スウェーデン,ストックホルム市,Stockholm Convention Centre.

尾崎 勇,岩部 達也,橋詰 顕:体性感覚情報処理の呼吸による変化.第13回釧路ニューロサイエンスワークショップ. 2014年7月4-5日,釧路市,釧路プリンスホテル.

Kiyoshi Kurata, Isamu Ozaki: Effects of breathing on motor evoked potential of non-respiratory forearm muscles following transcranial magnetic stimulation.第37回日本神経科学大会. 2014年9月11-13日横浜市,パシフィコ横浜.

②尾崎 勇,井口義信:前頭前皮質と知覚-動作サイクル:あの商品が欲しいという願望は脳磁図で可視化できる.第31回日本脳電磁図トポグラフィ研究会.2014年9月19-20日,伊豆市,ラフォーレ修善寺.

②井口義信,星詳子,奥村栄一,河野 理,尾崎 勇,橋本 勲:非常識・常識的の判断に伴う前頭葉と後頭葉の高周波数活動.第44回日本臨床神経生理学会学術大会. 2014年11月19-20日福岡市,福岡国際会議場.

②岩部達也,尾崎 勇,橋詰 顕:痛覚誘発電位の呼吸性変動:足背刺激と手背刺激との

比較. 第 44 回日本臨床神経生理学会学術大会 2014 年 11 月 19-20 日福岡市, 福岡国際会議場.

②尾崎 勇, 蔵田 潔: 一次運動野手領域の興奮性は深呼吸によって高まる. 第 30 回日本生体磁気学会大. 2015 年 6 月 5-6 日 旭川市, 大雪クリスタルホール.

④ Isamu Ozaki, Yoshinobu Iguchi: High-frequency magnetic brain activities during decision-making in an attractive product selection. 国際臨床脳磁図学会 ISACM meeting 2015. 2015 年 6 月 23-27 日 フィンランド・ヘルシンキ市, ヘルシンキ大学 Biomedicum Helsinki.

⑤尾崎 勇, 蔵田 潔: 深呼吸に伴う一次運動野手領域の興奮性変化. 第 45 回日本臨床神経生理学会学術大会. 2015 年 11 月 5-7 日 大阪市, 大阪国際会議場.

〔図書〕(計 2 件)

Ozaki I, Hashimoto I: Chapter 12. Neurodegenerative disorders, p229-243. (Edited by Tobimatsu S and Kakigi R), Clinical Applications of Magnetoencephalography, Springer, 2016. ISBN:978-4-431-55728-9.

尾崎 勇: 第 2 章誘発電位 02 体性感覚誘発電位 a 原理と基本, b 臨床応用, p91-96. (編者, 飛松省三) ここが知りたい! 臨床神経生理. 中外医学社, 2016. ISBN: 978-4-498-22858-0.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾崎 勇 (OZAKI, Isamu)
青森県立保健大学健康科学部・教授
研究者番号: 90241463

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

井口義信 (IGUCHI, Yoshinobu)
公益財団法人東京都医学総合研究所
認知症・高次脳機能研究部分野・研究員
研究者番号: 10342916

多喜乃 亮介 (TAKINO, Ryosuke)
白梅学園大学・こども学科・教授
研究者番号: 50197240

木村 友昭 (KIMURA, Tomoaki)
東京有明医療大学・保健医療学部・准教授
研究者番号: 50269289