



内閣府

平成28年9月29日
東海光学株式会社
生理学研究所
株式会社ミュキ技研
科学技術振興機構（JST）
内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション)担当

**ニューロテイラーメイドの実現を目指すウェアラブル型
「視覚評価用脳波計システム」を設計開発
～プロトタイプを試作機をCEATEC JAPAN2016に展示～**

ポイント

- 微妙な見え方の好みなど言葉で表現しにくい個人の感覚特性は客観的な測定が困難です。
- このような感覚特性を脳情報から取得するウェアラブル型「視覚評価用脳波計システム」を設計開発しました。
- 誰でも取り扱いがしやすく、脳磁図研究をベースに個人差（頭部形状、脳溝の向き）と電極の装着誤差に対応しています。プロトタイプを試作機をCEATEC JAPAN2016に展示します。
- 感覚特性をもとにテイラーメイドした製品を提供する「ニューロテイラーメイド」サービスの実現を目指します。

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（IMPACT）の山川 義徳プログラム・マネージャーの研究開発プログラムの一環として、自然科学研究機構 生理学研究所（愛知県岡崎市・所長 井本敬二）、東海光学株式会社（本社・愛知県岡崎市 代表取締役社長 古澤宏和）、株式会社ミュキ技研（本社・東京都文京区 代表取締役 上原健司）は、共同で「視覚評価用脳波計システム」を設計開発しました（図1）。プロトタイプを試作機をCEATEC JAPAN2016（平成28年10月4日～7日）の東海光学株式会社ブース（小間番号：5C105）にて展示します。

本成果は、以下のプログラムによって得られました。

内閣府 革新的研究開発推進プログラム（IMPACT）※ <http://www.jst.go.jp/impact/>

プログラム・マネージャー 山川 義徳

研究開発プログラム 脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

プロジェクト 汎用型脳計測

研究開発課題 ニューロテイラーメイド

研究開発責任者 乾 幸二（自然科学研究機構生理学研究所）

鈴木 雅也（東海光学株式会社）

竹内 義雄（株式会社ミュキ技研）

研究期間 平成27年5月～平成29年9月

本研究開発課題では、ニューロテイラーメイドによる新市場の創造を目指して、脳計測手法及び量産可能な簡易脳計測装置の開発を行っています。

※「IMPACT；Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program」とは、実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出を目指し、ハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進することを目的として創設されたプログラムです。

<背景と経緯>

ImPACT山川プログラム・マネージャーの研究開発プログラムでは、脳と心に関するサイエンスとビジネスのインタラクションにより、世界に先駆けた新脳情報産業の創出を目指しています。生理学研究所、東海光学、ミュキ技研、日本医科大学の研究グループは、2015年5月にImPACT山川プログラムの公募研究にPM直轄グループとして選定され（研究開発課題「ニューロテ일러メイド」）、研究開発を進めています。

視覚、聴覚、体性感覚などの感覚野から記録した脳活動には、個人の感覚特性の情報が含まれていません。例えば、ある外部刺激に対する反応には個人差があり、また、どのような外部刺激を好ましく感じるかにも個人差があります。精神疾患や発達障害においては、感覚過敏や感覚鈍麻のような感覚異常を伴う場合があることが知られていますが、健常者であっても、様々な感覚特性を個性として持っています。例えば、聴覚に関する変化関連脳活動^{注1)}の振幅は、不安傾向という性格特性と相関することが示唆されています（参考文献1）。

そこで、本研究グループでは、個人の感覚特性を脳活動から取得し、テ일러メイドで個人に合わせた製品を提供するニューロテ일러メイドの実現を目指しています（図2）。ニューロテ일러メイドで個人の感覚特性を製品に反映することで、これまでにない快適・安心な製品の提供が可能にできるのではと期待できます。ニューロテ일러メイドに適用する感覚特性は様々な考えられますが、まずは、「視覚」と相性の良い「眼鏡」をモデルケースとして研究開発を進めています。

研究室ではなく、実際の社会で脳活動を取得する方法として、装置の簡易性・携帯性という観点から脳波（EEG）^{注2)}や近赤外分光法（NIRS）が候補として考えられます。中でも、ミリ秒単位での高い時間分解能を有する脳波は、近年、ドライ電極^{注3)}やアクティブ電極^{注4)}技術が確立されてきていることから感覚特性を記録する手段として有望です。しかしながら、脳波は空間分解能が低いこと、産業応用目的では高密度の電極配置は現実的でないこと、頭（脳）の大きさや脳溝の向きは個人により様々であること、などから、どのようにして「誰に対しても正確に目的の脳波を記録できるようにするか」という課題があります。また、どのようにして「脳科学の研究者や医療従事者でない一般の方であっても、簡便かつ正確な位置に電極をセットできるようにするか」といった測定に関する課題があります。

<研究の内容>

本研究グループでは、脳波計装置の設計のアプローチとして、脳磁図（MEG）^{注5)}を用いて目的の脳活動の信号源と電流方向を明確にし、その脳活動の個人差（頭の大きさ、脳溝の向き、装置の装着誤差）に対応できるように適切な電極配置を決定するという方針で研究開発を進めました。

モデルケースとして設置した「眼鏡」においては、まず、「どの程度よく見えているか」ということを客観的に計測することが大切です。そこで、脳磁図を用いた視覚誘発脳磁界（VEFs）^{注6)}計測により、屈折誤差の負荷で活動が大きく変化する神経細胞群の位置と、その神経細胞群が大きく活動を変化させる刺激提示条件を検討しました。その結果、屈折誤差の負荷で活動が大きく変化する神経細胞群が第一次視覚野にあること、その活動は視覚下視野への刺激画像提示により効率的に変化することを見出しました（参考文献2）。

代表的な被験者の2名の頭部表面に、第一次視覚野の脳活動（視覚誘発磁界）を重ねて記載したのが図3です。このように、同じ脳活動であっても、信号源の位置や電流方向は被験者により異なります。そこで、信号源の位置ずれ・電流方向の多様性に対応する、後頭5電極、前頭3電極の計8電極を設定、簡便に装着できるアンプー体型のヘッドセット型脳波計を設計しました（図1）。アンプは、既存の研究用脳波計をベースに、ヘッドセット形状に沿って内蔵できるように新規に設計開発し、Wi-Fi通信によるデータ通信にも対応しました。プロトタイプの試作機をCEATEC JAPAN 2016に展示する予定です。

<今後の展開>

本研究開発でプロトタイプとして試作した「視覚評価用脳波計システム」を用いることで、微妙な見え方の好みなど、従来、言葉で表現しにくかった情報を脳活動計測から客観的に取得できることが期待できます。簡便に装着できる装置であることから、ニューロテ일러メイドへの可能性の他、子供や発達障害などでの見え方の違いを客観的に評価する目的でも役立つデバイスになるのではと期待しています。今後、試作脳波計の検証・改良を進めるとともに、実店舗計測サービス（アプリケーション）の開発、量産化技術の確立を目指して研究開発を進めます。また、併せて日本医科大学眼科との共同研究で、「疲れ」・「つらさ」などの高次脳反応との同時計測を検討します。

今回の脳波計システムは、視覚を対象にしたものですが、同様の手法・技術は聴覚、体性感覚、嗅覚などの他の感覚刺激などへも適用可能と期待できます。今後、モデルケースとして設定した「眼鏡」以外での応用可能性についても、様々な企業ニーズに対応しながら研究開発を進める予定です。

<参考図>

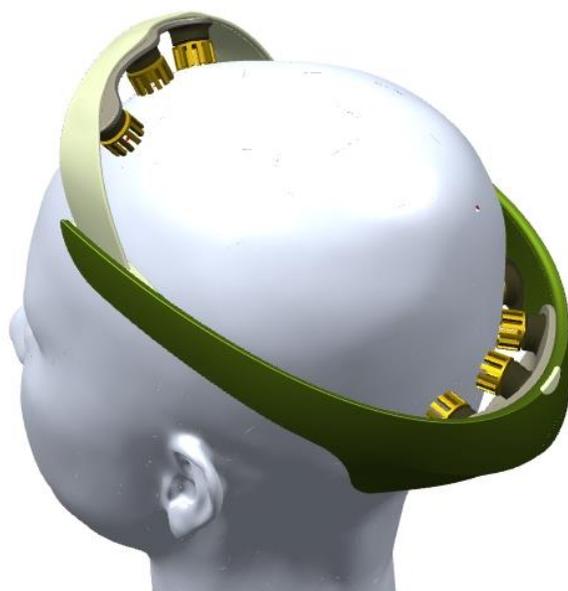


図1 設計開発した視覚評価用脳波計システムのモック図面

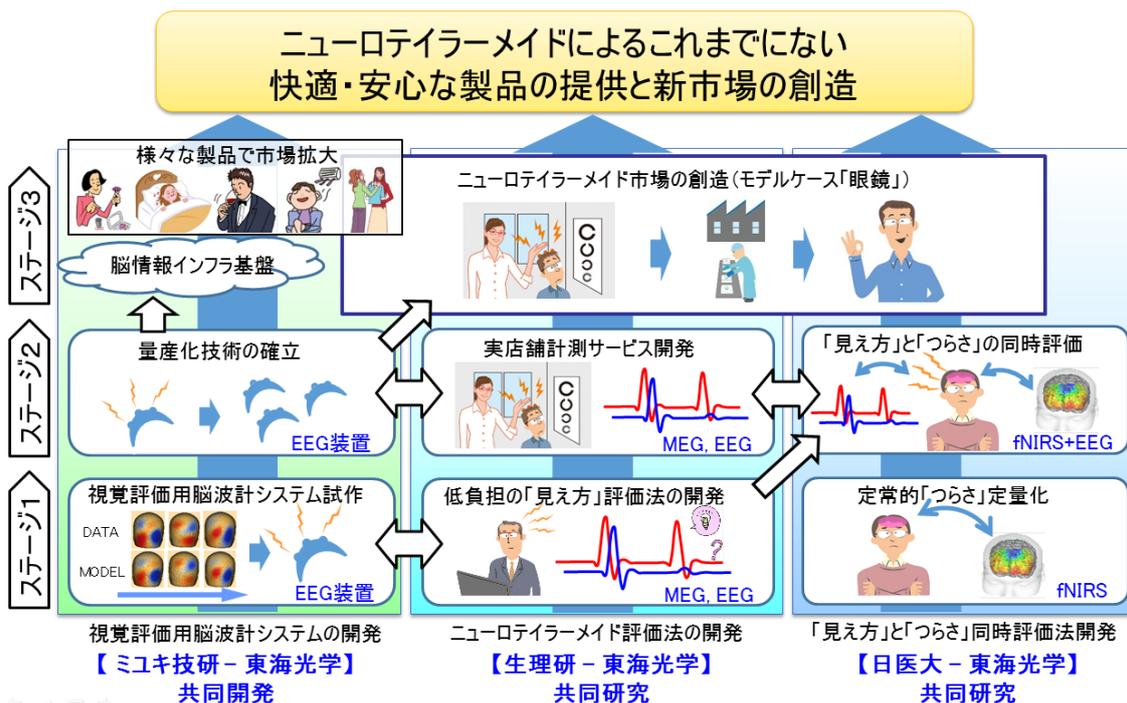


図2 ニューロテ일러メイドグループの全体計画

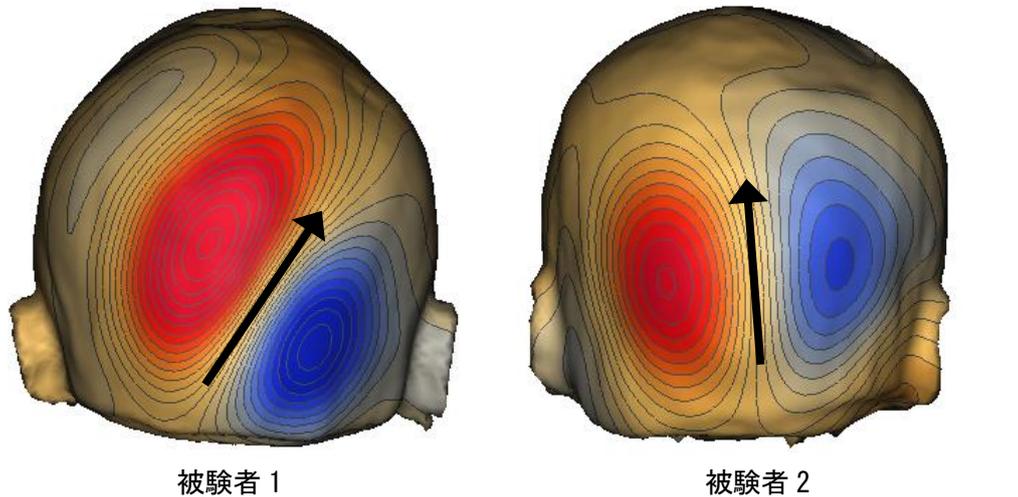


図3 対象とした脳活動の信号源と電流方向（頭表に投影した視覚誘発磁界分布）

<参考文献>

- 1) Tanahashi M, Motomura E, Inui K, Ohoyama K, Tanii H, Konishi Y, Shiroyama T, Nishihara M, Kakigi R, Okada M, Auditory change-related cerebral responses and personality traits, *Neurosci Res.*, 2016. DOI:10.1016/j.neures.2015.08.005
- 2) Suzuki M, Nagae M, Nagata Y, Kumagai N, Inui K, Kakigi R, Effects of refractive errors on visual evoked magnetic fields, *BMC Ophthalmol.*, 2015. DOI:10.1186/s12886-015-0152-6

<用語解説>

注1) 変化関連脳活動

刺激の変化に伴って観察される脳活動です。視覚、聴覚、体性感覚などのモダリティーによらずに、安定した脳活動として記録することができます。

注2) 脳波（EEG）

脳内には数億の神経細胞があり、脳の情報処理はその神経細胞が興奮することにより行われています。脳波（EEG: Electroencephalography）は、神経細胞の興奮に伴って流れる電流活動を頭表に配置した電極で電位差として記録するものです。ミリ秒単位の時間分解能で脳の活動を知ることができます。

注3) ドライ電極

一般的な脳波計では、皿電極を脳波ペーストを用いて頭皮上に装着して脳波を記録しています。しかし、脳波ペーストを用いることは、計測後に洗髪が必要になるなどして被験者にかかる負担が大きいため、脳波ペーストを用いずに脳波の記録を可能とするドライ電極技術が開発されています。

注4) アクティブ電極

脳波は微弱な電気信号であるため、一般的な脳波計では頭皮と電極間の接触抵抗を下げ増幅器（アンプ）で脳波信号を増幅する必要があります。アクティブ電極は、比較的高い接触抵抗であっても脳波を記録できるように開発された電極で、電極と増幅器を一体化（もしくは、ごく近傍に配置）することにより、高精度の脳波計測が可能です。

注5) 脳磁図 (MEG)

脳磁図 (MEG : Magnetoencephalography) は、神経細胞の興奮に伴って流れる電流による磁界変化を計測するものです。ミリ秒単位・ミリメートル単位の時間・空間分解能で、脳の活動を知ることができます。

注6) 視覚誘発脳磁界 (VEFs)

視覚誘発磁界 (VEFs : Visual evoked magnetic fields) は、視覚刺激に伴う神経活動由来の電流変化を磁界変化として記録するものです。通常、背景脳波 (自発脳活動) に比べて視覚誘発磁界は得られる信号が非常に小さいため、加算平均などを用いて刺激と無関係な背景脳波の影響を小さくすることで計測します。

<お問い合わせ先>

<研究に関すること>

生理学研究所 統合生理研究部門 乾 幸二
〒444-8585 岡崎市明大寺町西郷中 38 番地
TEL: 0564-54-7754

東海光学株式会社 脳科学推進室 鈴木 雅也
〒444-2192 岡崎市恵田町下田 5 番地 26
TEL: 0564-27-3025

<ImPACT の事業に関すること>

内閣府 革新的研究開発推進プログラム担当室
〒100-8914 東京都千代田区永田町 1-6-1
TEL : 03-6257-1339

<ImPACT プログラム内容およびPMに関すること>

科学技術振興機構 革新的研究開発推進室
〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K' s 五番町
Tel : 03-6380-9012 Fax : 03-6380-8263

<報道担当>

東海光学株式会社 企画部 福尾
〒444-2192 岡崎市恵田町下田 5 番地 26
TEL: 0564-27-3055

自然科学研究機構 生理学研究所 研究力強化戦略室 坂本
〒444-8585 岡崎市明大寺町西郷中 38 番地
TEL: 0564-55-7722 FAX: 0564-55-7721

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町 5 番地 3
Tel: 03-5214-8404 Fax: 03-5214-8432