

脳波AIプラットフォームを通じて、 ブレインテックの未来を創造する



PGV株式会社 代表取締役社長 まつばら ひでき
松原 秀樹

1. PGVの創業

PGVは、大阪大学産業科学研究所の関谷毅教授の研究成果を実用化する目的で、2016年9月に設立された大阪大学発のスタートアップ企業である。関谷教授は、フレキシブルエレクトロニクス技術の研究に取り組み、この分野では世界的にも大きな注目を集めている研究者である。生体情報の中でもとりわけ計測が困難である脳波データを、高伸縮の電極等を用いて正確に取得する技術に関して優れた研究成果をあげている。この研究成果をパッチ式脳波計として社会実装するために創業されたのがPGVである。PGVは、パッチ式脳波計を武器として、ブレインテック市場における技術リーダーとして競争優位を確立していくことを目指している。

2. 脳波データの特徴

脳が活動すると、脳の中には微弱な電気が流れる。脳波 (Electroencephalogram: EEG) は、ヒトや動物の脳の神経細胞から生じる電気活動を、頭皮上などに置いた電極で記録したものである。脈拍、心拍や筋電などの生体信号に比べ2つの特徴が挙げられる。

第一に、脳波はレスポンスが非常に速いことである。人間は活動に際して、まず脳が処理して体の各部位に指令を出す。例えば、緊張しているときに脈や心拍が上がるが、緊張を先に感じるのが脳である。その結果として、心臓に指令を出す。脈拍、心拍や筋電よりもレスポンスが速いといえる。

脳波の第二の特徴として、情報量が多いことが挙げられる。脳波は0~50Hz程度の変調幅をもって変化する信号である。また、その変化もパターン化されておらず、不規則に変化する。例えば、本を読んでいる時、映画を見ている時、音楽を聞いている時、それぞれで脳波の波形は違う。一方、脈拍や心拍については、一定の波形で60~70Hzを中心に緊張度合い (自律神経の活動) に応じて、速くなったり遅くなったり、一定のパターンで変化する。脳波から、本、映画、音楽の体験の違いを区別することはできるが、脈拍や心拍からそれらの違いを分類することは容易ではない。

このような特徴を持つ脳波であるが、極めて微小な信号

であり、かつ波形も複雑なため扱いにくいことが難点である。心拍や脈拍の信号強度は1~10mVであるが、脳波の信号強度はわずか1~50uVである。また、脳波の波形は脈拍や心拍に比べて波形のパターンは限りなく存在する。まぶたや眼球の動きに起因した筋電も一緒に計測されるので、波形はさらに複雑になる。この結果、同じ活動や状態においても波形が異なり共通部分を見出す解析に困難が生じる。

3. PGVの強み

上記の特徴から分かるように、有用性の高い脳波を有効活用するためには、1) 微弱な生体情報である脳波を正確かつ簡易に計測すること、そして2) 計測した脳波の解析の困難さを打破することが求められる。

第一の点については、関谷教授の研究成果とPGVの株主であるNOK株式会社/日本メクトロン株式会社 (Flexible Printed Circuitsの世界的なリーディング企業) の卓越した製造ノウハウにより実用化されたフレキシブル電極シートを用いたパッチ式脳波計を商用化している (図1)。従来は大型の医療用脳波計を使って脳波を計測する方法が用いられていたが、装着にも30分程度の時間を要し、被験者に大きな負荷をかけ、しかも高額なシステムであるため、利用範囲は限定的であった。PGVのパッチ式脳波計は、従来大型脳波計に比べ取扱いが非常に容易でありながら、計測精度を妥協することなく脳波データの取得を可能としている。脳波計測に用いる電極シートは、特許技術で、50μmと非常に薄く、伸縮性に優れ、前額部にピタッと密着し、抵抗値の変化が小さく被験者の微小な脳波信号を逃さない。また、優れたノイズ処理技術により、安定的な脳波計測を実現している。

第二の点については、脳波解析にAIを取り入れ、脳波データの解析を効率的に進めるノウハウを蓄積している。脳波の変化はパターン化されておらず、不規則な変化を示す。そのため、たとえ周波数に分解しても次元数が多く、ヒトが把握できる範囲を超えており、脳波の変化と心身の変化のパターンを導き出すことは困難を極める。そこでAIによる解析を行う。AIによる脳波解析において、ヒトの活動や



■図1. PGVのパッチ式脳波計



■図2. 脳波AIプラットフォームの3つの要素

状態をラベルされた脳波を数多く収集することで、ヒトの活動や心身の状態と脳波との結び付きを理解することができる。また、このような脳波AIを数多く開発すれば、脳波を計測することで、様々なヒトの心身の状態を客観的に理解することができるようになる。

4. PGVの事業—現状と今後

PGVは、これまで、パッチ式脳波計の開発・製造・販売、そして脳波解析に係る業務受託サービスを主たる事業として取り組んできた。

PGVのパッチ式脳波計のセンサ部は、27gと小型軽量で装着感を感じさせず、またワイヤレス制御により、簡易な脳波計測を実現している。さらに、2020年8月にテレメトリー式脳波計として医療機器認証 (ClassII,302AFBZX00079000)

を取得している。大学や研究機関における脳波を用いた臨床研究活動を、より低コストでより効率的に実施できるよう支援している。

脳波解析業務の受託サービスの対象は、医学的な研究に加え、五感や心身の状態（疲労、集中など）に係る研究と多岐にわたる。顧客としては、大学などの研究機関、企業の研究開発部門や新規事業開発部門があげられる。解析手法として、周波数解析も行っていたが、上述のとおり、脳波の特徴を踏まえ2020年度よりAIの活用を進めてきた。

ブレインテック市場における競争優位性を高めていくために、脳波AIプラットフォーム構想を掲げている。本プラットフォームは、1) 脳波計測、2) 脳波AI開発ツール、及び3) 脳波AIモデルの3つの要素で構成されている (図2)。

第一の脳波計測については、次世代の脳波計開発に着

手している。高い精度を保ちながら、小型化及び使用性の向上を追求し、現行の脳波計をさらに進化させていく考えである。将来的にはAIチップの開発も実現し、多くの工数投下が求められる脳波データの前処理業務（データクレンジング業務）等の自動化を図る計画である。

第二の脳波AI開発ツールとしては、2021年5月にNAIS Entryという脳波AI解析サービスを正式リリースした。有用性は高くとも扱いが難しかった脳波を顧客自らが計測し、計測した脳波データのAI解析をSaaS形式で提供するサービスである。脳波解析をより簡易により低コストで実現する。手順としては、ユーザーがPGVのデバイスを用いて脳波を計測する。次に、脳波データをタブレット上のアプリでPGVのサーバにアップロードする。そして、ユーザーに脳波AI解析結果を返送する流れである。今後ともNAIS Entryの機能向上をさらに進め、多様な顧客ニーズにより的確に答えていく考えである。

第三の脳波AIモデルは、NAIS Libraryとして、医療及び非医療の分野で様々なアルゴリズムを整備し、脳波を物差し（客観指標）として脳活動の可視化に取り組んでいくものである。PGVは、既に睡眠解析（睡眠ステージの自動判定、睡眠指標の生成）を目的とした脳波AIモデルを開発済である。今後は、PGVの自社開発のみならず、他の企業、研究機関にPGVのパッチ式脳波計とNAIS Entryを活用してもらいながら、社外での脳波AIモデルの開発の支援を強化していく。脳波AIプラットフォームは、ブレインテックにおけるオープンイノベーションを推進するサービス基盤

と位置付けている。

医療の分野では、脳波を精神・神経系疾患のバイオマーカーとして使用することを目指している。例えば、脳波による認知症の判定である。認知症判定プログラムのプロトタイプを既に開発済みであるが、その信頼性を向上させるため大阪大学医学部と共同研究を進めている。将来、前向き検証のための臨床試験を実施し、認知症判定を目的とした脳波AIプログラムの商用化（医療機器プログラムとして認証または承認取得）を目指している。認知症専門医ではなくとも、プライマリー・ケアの医師が脳波を用いて認知症の一次診断ができるシステムを実用化し、超高齢社会の進展で強化が求められる認知症対策に貢献していく計画である。

また、非医療分野においては、2021年度より、脳波を客観指標として、ヒトの疲労状態やマインドフルネス状態を可視化するNAIS Libraryの開発に着手している。

最後に、PGVの長期ビジョン「一家に一台の脳波計で脳の健康管理」を紹介したい。一般消費者でも簡単に扱えるよう脳波計の改良をさらに進め、また、医療・ヘルスケア分野での取組みを通じて得られるエビデンスと脳波AIモデルを活用することで、将来、家庭向けの脳波計と脳健康管理プログラムの実用化を目指していく。技術者（データサイエンティスト、ソフトウェア・ハードウェアエンジニア）を中心に約15名の社員が在籍し、長期ビジョンの実現に向けブレインテックの可能性の追求に日々邁進している。

NAIS Entry サービスの流れ



■図3. NAIS Entryサービスの流れ