

## Moodle 用脳波フィードバックモジュールの開発

## Development of EEG Feedback Module for Moodle

及川 義道

Yoshimichi OIKAWA

東海大学理系教育センター

STEM Education Center, University of Tokai

Email: oikawa@tokai.ac.jp

あらまし：オープン LMS の一つである Moodle 上で学習者の内的状態を把握するための手法として、簡易脳波計の情報を実時間で取得し、 $\alpha$  波、 $\beta$  波の強度を表示するブロック型のプラグインの開発を試みた。試験環境に Moodle サイトを構築し、開発した EEG(ElectroEncephaloGraphy)プラグインをインストールして簡易脳波計の情報の取得、加工を試みたところ、目的とする周波数帯域の脳波を表示できた。

キーワード：, Moodle プラグイン, 脳波, Muse2, Web BluetoothAPI, 学習支援

## 1. はじめに

脳波は、学習者の内的状態を類推することが可能であることから、教育の分野でもその活用が研究されている。例えば吉田ら<sup>(1)</sup>、安倍ら<sup>(2)</sup>は簡易脳波計を用いて  $\alpha$  波および  $\beta$  波の二つの周波数帯域の変化から、脳の活動度や、学習者の状態推定が可能であること報告している。著者らも脳波情報から学習者の学習中の集中度を推定し、その情報を学習支援に利用する手法について検討してきた<sup>(3,4)</sup>。

学習中の脳波を実時間で取得できれば、学習中の学習者の注意力や感情の状態を推定し、それに基づいた指導方略の調整を行うことができる。また、学習者の認知スタイルや学習ペースに合わせた個別学習プログラムの提供も可能にする、認知負荷の推定とコンテンツの難易度調整ができるなど、より効果的な学習が可能になる。しかし、実時間で脳波の情報を取得し、これらを学生へのフィードバックやコンテンツの調整に利用している例は少ない。また、測定および解析には専用の測定ソフトウェアやドライバが必要であり、誰もがこれらの脳波情報を活用できる環境が整っているとは言い難い。そこで研究では、脳波情報の取得を LMS の拡張機能として提供できれば、特別なソフトウェアを準備しなくても、脳波情報を学習者の指導やコンテンツの制御に活用できるのではないかと考え、LMS 上で直接簡易脳波計から情報を取得し、これを加工して、脳波情報を表示する拡張機能の実装を試みた。

## 2. LMS 用拡張機能の開発

## 2.1 対象 LMS

本研究では、拡張機能の開発対象として Moodle を選択した。選択の理由は、Moodle が世界 242 カ国・地域で利用され、約 2 億 9 千万人以上ユーザー数を擁するオープンソースの学習支援システムであり、日本国内の大学への普及率も約 40% に上ること、拡張モジュールを開発に必要な技術情報が入手しやすいこと、過去に当該 LMS の拡張機能開発の経験が

ることによる。

## 2.2 プラグインのタイプ

Moodle の拡張機能はプラグインと呼ばれ、Moodle に機能を追加するためのスモールサイズのソフトウェアである。開発したプラグイン単体では利用することはできず、Moodle に組み込むことで利用が可能となる。用途や機能によりブロックプラグイン、アクティビティプラグイン、リソースプラグイン、テーマプラグインなどのタイプがある。本研究では、その目的が簡易脳波計からの脳波データの取得、加工、表示であること、プラグインの構造、処理が簡潔であることを考慮し、情報表示に用いられるブロックプラグインとして実装することにした。

## 2.3 簡易脳波計

簡易脳波計には、InteraXon 社製の Muse2 を用いた。Muse2 は図 1 のようなコンパクトなバンド型の脳波計であり、4 つの乾式電極が国際規格の 10/10 法で AF7、AF8、TP9、TP10 の位置に配置されている。電極で得られる電圧の変化値は Bluetooth シリアル接続で呼び出すことが可能であることから、Javascript と Web Bluetooth API を組み合わせることで、ブラウザ上で脳波の取得、加工、表示を実現できると考えた。

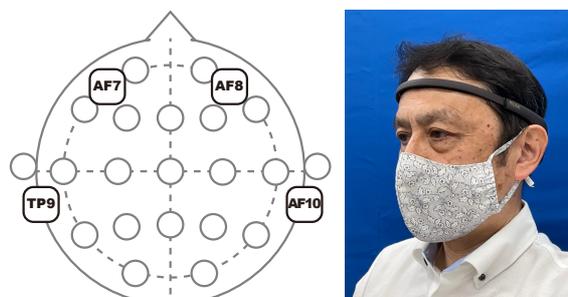


図 1 Muse2(簡易脳波計)と電極位置

## 2.4 プラグインの開発

本拡張機能では、プラグイン内で Javascript を動作させる必要がある。そこで他の Javascript が組み込まれているプラグインの構成を参考に開発を行なうこととした。また Muse2 の制御には、GitHub 上で公開されている Javascript で記述されたライブラリ<sup>6)</sup>を参考に、Moodle で利用可能な ES2015+ module format にしたがって必要なライブラリを記述した。その後、ブロックプラグインとして要求される情報をテキストファイルとして準備し、所定のディレクトリ構成に配置し最終的なプラグインとした。

## 2.5 脳波の処理

Muse2 を用いた場合、脳波情報を取得するには得られる電極の電圧変化を周波数成分に変換し、必要な帯域の情報を取り出す必要がある。本研究では、非同期で Muse2 のサンプリングレート 256Hz で測定される電極データ出力を監視、取得し、これを離散フーリエ変換により周波数成分に分割した後、8Hz から 13Hz の帯域を  $\alpha$  波、14Hz から 30Hz の帯域を  $\beta$  波として出力するようにした。

## 3. 動作試験

### 3.1 試験用サーバ

動作試験のためのサーバおよび Moodle は、Moodle download よりインストールパッケージ<sup>6)</sup>をダウンロードし、定法にしたがってパーソナルコンピュータにインストールした後、組み込まれている Web サーバを HTTPS(Hyper Text Transfer Secure)に対応させて用いた。

### 3.2 ブラウザ

本研究では、脳波計からの情報の取得に Web Bluetooth API を使用している。このため、使用するブラウザには、この API に対応していることが必要である。現在対応しているブラウザは Google Chrome, Microsoft Edge, Opera のみであり、本研究では Google Chrome を用いて試験用サイトへの接続と動作試験を行なった。

### 3.3 動作試験

Moodle に開発したブロックプラグインをインストールし、サイトまたはコースの任意の位置に組み込んでブラウザに接続すると図 2 のようなブロックが画面上に表示される。

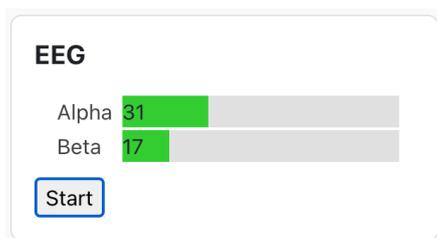


図 2 脳波表示ブロックの画面例

この段階で脳波計を頭部に装着し、スタートボタンをクリックして測定開始を指示すると、脳波計から電極の電圧変化を逐次取得・処理し、 $\alpha$  波および  $\beta$  波の強度を 0 から 100 の範囲にスケール化して、1 秒間隔で数値および棒グラフを更新する。

図 3 は作成したプラグインを用いて測定された  $\alpha$  波および  $\beta$  波の出力値を経時的に表示したものである。データの取得、周波数帯域ごとの単純な平均電圧の変化に関しては本プラグインの利用により可能であった。

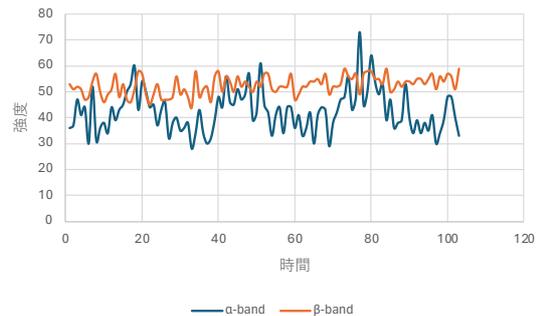


図 3 測定された脳波強度の揭示変化

## 4. おわりに

本プラグイン開発で用いている方法により、Moodle 上で脳波を実時間に取得できることが確認できた。この方法を活用すれば、Moodle の機能として学習者の内的状態を把握しながら学習をサポートすることが可能になると考えている。今後は、測定精度の向上および他のタイプのプラグインでの活用方法について検討したいと考えている。

### 参考文献

- (1) 吉田幸二, 坂本佑太, 宮地功, 山田園裕: “簡易脳波計による学習状態の脳波の分析比較”, 電子情報通信学会技術研究報告; 信学技報, Vol.112, No.224, pp.37-42 (2012)
- (2) 安部弘通, 木下和弥, 馬場謙介, 高野茂, 村上和彰: “簡易脳波計による学習者の状態推定に関する研究”, 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, Vol.2015, No. 1, pp.923-924 (2015)
- (3) 及川義道, 石原良美: “脳波を用いた e ラーニング用コンテンツの配信制御”, 日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, pp.383-384 (2017)
- (4) 及川義道, 石原良美: “脳波のフィードバックが学習に与える影響”, 日本教育工学会第 33 回全国大会講演論文集, pp.139-140 (2018)
- (5) Respire Health Systems: “Muse 2/S EEG Headset Vanilla Javascript Library”, URL: <https://github.com/Respire/MuseJS> (Last Accessed 2024.05.29)
- (6) Moodle: “Moodle4Mac 4.2.7”, URL: <https://download.moodle.org/macosex/> (Last Accessed 2024.05.29)

### 謝辞

本研究は科学研究費助成事業(課題番号 20K03184)の支援を受けて行なっている。本稿文末にて謝意を表する。