

# 演説・講義動画を視聴するときの脳波反応と、読み上げソフトによる代替の可能性について

明治大学大学院 先端数理科学研究科 飯島雅也

Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University  
Masaya Iijima

明治大学 総合数理学部 阿原一志  
School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University  
Kazushi Ahara

**概要：**惹きつけられる演説・授業が何故惹きつけられるのかについて、惹きつけられるための要素について考える。同一の数学の講義動画を「人が読み上げたもの」と「読み上げソフトが読み上げたもの」の複数バージョンを作成し、これらを、被験者に間隔を開けて視聴してもらい、脳波測定を行ったうえで、それらの動画について惹きつけられたかどうかについてのアンケートを回答してもらい、脳波分析とアンケート結果をもとに考察を行った。

## 1. 研究の動機

歴史を振り返ってみると、多くの人が惹きつけられる演説と称される演説がいくつもある。それらの演説が何故惹きつけられるのかについて、その理由となる要素について考える。人が大勢の人に対して話すときには、声の大きさや話す速さなどの「話し方」、手を振り上げたり体をつかったりする「身振り手振り」、聴衆の属性に話し方をあわせる「聴衆分析」などがある。これらの要素が人を惹きつける原因になると思われるが、そうであるならば「話し方」、「身振り手振り」、「聴衆分析」の要素があれば、ロボットでも「惹きつけられる演説」を再現可能なのではないかと著者は考えた。

「惹きつけられる演説」の例として著者は、バラク・オバマ大統領の演説を挙げる。バラク・オバマ大統領は2004年に初めて民主党全国大会でアメリカ全国に向けてスピーチをして以来、“Yes We Can”など人々を勇気づけるフレーズや“We are not a collection of red states and blue states. We are the United States of America, and we will remain so.”などの団結を呼びかける演説を行っており、それらがオバマ大統領の演説を聞くうえで聞き手にとって「当たり前」になっているとも考えられる。つまり、「惹きつけられる演説」には、話者と聴衆の間に前提となる関係性があるのではないかという推察も成り立つ。

また、授業においても「面白い先生」がなぜおもしろいのかについても考える。例えば、「面白い先生」を構成する要素として、「話し口調が面白い」、「説明が上手」、「冗談を交えて説明する」などが要因として考えられる。仮にこれらが「面白さ」に直結するとするならばこれらを読み上げソフトで再現できるのではないかと著者は思った。

## 2. 先行研究について

2018年に村山ら[1]が行った研究では、大学のプログラミング初級講座において、反転授業に使用したビデオを、オリジナルに開発したテキスト読み上げソフトを用いた講義ビデオ収録システムによって収録し、学生に公開した。この研究では、開発したシステムによって収録したビデオとあらかじめ収録した講義を編集したビデオを比較し、開発したシステムで収録した講義ビデオで受講者が学習する際の実効性や理解度について検討した。

2016年にChenら[2]が行った研究では、ビデオゲームにおける感情の変化とイベントの関係について、

EEG（脳波）を用いた研究を行った。20 人の参加者がそれぞれ 3 種類のビデオゲームの中から 1 種類をランダムに選択し、そのゲームをプレイし、その脳波データを用いて、ゲームプレイにおける 2 つの典型的な感情である、興奮(excitement)と欲求不満(イライラ、frustration)を研究した。ゲームイベントと感情変化の間には、統計的に優位な線形相関が認められた。

### 3. 研究概要

研究計画は以下の通りである。同一の数学の講義動画を「人が読み上げたもの」と「ずんだもん（読み上げソフト）が読み上げたもの」の複数バージョンを作成する。これらを、被験者に連続的に視聴してもらい、その脳波を測定して、感情の動きについて分析してみる。感情の変化と見られる脳波がおきたタイミングは、動画のどのタイミングであるかをしらべ、読み上げ手によって変わるところ、読み上げ手にかかわらず共通しているところに注目し、解釈を試みしてみる。

動画作成のため、読み上げソフトと編集ソフトを準備した。VOICEVOX は、商用・非商用を問わず無料の読み上げソフトであり、イントネーションの詳細な調整が可能である。「ゆっくりムービーメーカー 4Lite」はゆっくり実況プレイ動画用の動画編集ソフトであるが、ずんだもんの読み上げ動画は、商用・非商用を問わず無料で使用（動画作成・公開）ができる。

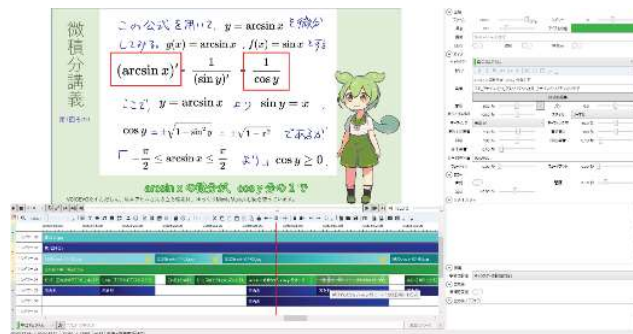


図 1 「ゆっくりムービーメーカー4Lite」の編集画面

阿原[5]が作成したずんだもんによる微積分の講義動画（ずんだもん版）と、そのずんだもんの台本に合わせて阿原と早川(研究協力者、学生)に、「同じタイミングで同じ台本を」読み上げて、それを別動画として保存した講義動画を準備した(阿原版、早川版と呼ぶ)。

実験のために Emotiv 社の EPOC X と呼ばれる脳波計を購入した(図 1)。特徴としては、ニューロフィードバックを利用した脳はアプリケーション開発向けで、14 箇所 EEG(脳波)センサと 2 箇所の照合センサ(図 2)を配置して、脳波を検出する。上部または後頭部に配置できる回転式ヘッドフォンにより、睡眠時のようなヘッドレストを使用する場合でも、より多くのデータを快適かつ正確に収集できる[4]。



図 2 Emotiv 社の EPOC X

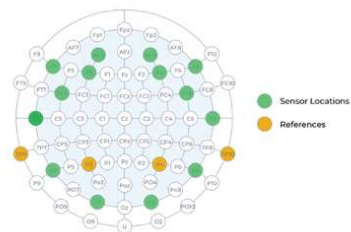


図 3 EPOC X のセンサ（緑:EEG センサ、オレンジ：照合センサ）

収集したデータを解析するために、Emotiv Pro というソフトウェアを利用する(図 4)。このソフトでは、リアルタイムでの raw EEG(脳波)を可視化し、それから Performance Metrics, モーションデータ, Facial Expressions などの取得が可能である。本稿では、Performance Metrics に着目する。Performance Metrics では、6 つの異なる認知的な状態を計測でき、それらは順に Stress(St)、Attention(At)、Engagement(En)、Interest(In)、Excitement(Ex)、Relaxation(Re)である。図 5 のそれぞれについて説明する[3]。例えば、Excitement とはポジティブな生理的覚醒の意識または感覚である。一般に、生理的覚醒の増加が大きいほど、検出の出力スコアは大きくなる。

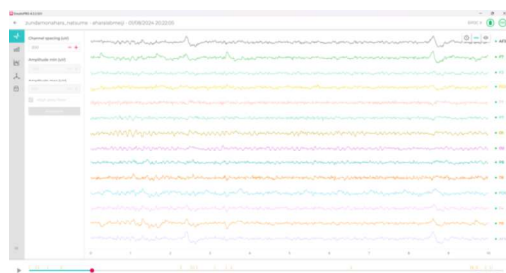


図 4 Emotiv Pro での raw EEG(脳波)

|            |                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------|
| Stress     | Measures emotional tension experienced when completing a task  |
| Attention  | Measures sustained focus on a single task                      |
| Engagement | Measures immersion in an activity                              |
| Interest   | Measures attraction or aversion to stimuli                     |
| Excitement | Measures the intensity of reactions to stimuli or environments |
| Relaxation | Measures calm focus after a period of intense concentration    |

図 5 Performance Metrics の要素についての説明

#### 4. 実験手順

実験は、6 個の段階に分けている(図 6)。まず 1 つ目の Calibration Phase で 15 秒間目を開けて、閉じる動作をする。目的としては、基準となる脳波データを測定するためである。2 段階目の Stimuli Phase では、ずんだものの読み上げによる講義動画を被験者にみてもらい、3 段階目の Instruction Phase では、アンケート

ートに回答してもらう。4段階目では、内容を一時的に忘れてもらうために5分間無音の動画を再生する。5段階目では、先程のずんだもんによる読み上げを人間の話者に置き換えた動画をみてもらった。最後の6段階目では、3段階目と同様にアンケートに回答してもらい実験は終了した。

| 実験手順                                        |
|---------------------------------------------|
| 1.Calibration Phase(15 Seconds:目を開ける、目を閉じる) |
| 2.Stimuli Phase(ずんだもん版の講義動画) 2 分 59 秒       |
| 3.Instruction Phase(2 についてのアンケートの回答)        |
| 4.Stimuli Phase(休憩:5 分)                     |
| 5.Stimuli Phase(人間の話者の講義動画) 2 分 59 秒        |
| 6.Instruction Phase(5 についてのアンケートの回答)        |

図 6 実験の手順について

動画視聴後に被験者には Instruction Phase で動画に対するアンケートとして 12 問の質問に回答してもらった。質問は以下の通りである (図 7)。

| 質問                                                |             |             |
|---------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 本動画について勉強したことはありますか？                              | はい          | いいえ         |
| このビデオの内容を覚えていましたか？                                | はい          | いいえ         |
| ずんだもん・人間の講義を聴いて、数学の内容を理解しやすかったですか？                | 1: 理解しにくかった | 5: 理解しやすかった |
| スライドと字幕のどちらをよくみていましたか？                            | スライド        | 字幕          |
| 逆関数の微分の説明についてどう思われましたか？                           | 1: 退屈に感じた   | 5: 関心を持った   |
| $\arcsin(x)$ の微分の説明についてどう思われましたか？                 | 1: 退屈に感じた   | 5: 関心を持った   |
| $\arcsin(x)$ の符号の説明についてどう思われましたか？                 | 1: 退屈に感じた   | 5: 関心を持った   |
| 「覚えておいたほうが人生絶対得します」についてどう思われましたか？                 | 1: 退屈に感じた。  | 5: 関心を持った   |
| 「厨と注」のダジャレについてどう思われましたか？                          | 1: 退屈に感じた   | 5: 関心を持った。  |
| $\arcsin(x)$ が $x=-1,1$ において微分可能かどうかについての説明についてどう | 1: 退屈に感じた   | 5: 関心を持った   |

|                                          |           |            |
|------------------------------------------|-----------|------------|
| 思われましたか？                                 |           |            |
| $y=\arcsin(x)$ のグラフについての説明についてどう思われましたか？ | 1: 退屈に感じた | 5: 関心を持った。 |
| 最後に、このビデオをみて数学を勉強したいと思えましたか？             | 1: 思えなかった | 5: 思えた。    |

図 7 アンケートの質問

## 5. データ例

### 5.1 データ例 1

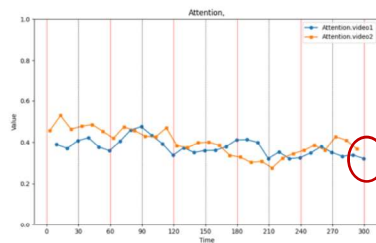


図 8 データ例 1

ずんだもん版(青)及び阿原版(オレンジ)で 193s から 216s まで Attention が低下している箇所がある。

#### 被験者の動作

ずんだもん版では、03:13 で少し体を動かしている。

阿原版では、03:13-03:19 で椅子を動かしている。

03:22 付近で「なるほどね」という言葉を発している。

03:26 で一度座り直している。

03:30~03:36 で顎に手をやる。

#### アンケート

ずんだもん版でも、阿原版でも  $\arcsin(x)$  の符号の説明については 5 段階中 4 で関心をもった。

#### 考察

阿原版では、03:22 で「なるほどね」と発言している。これは、 $\arcsin(x)$  の微分の符号がその時点でプラスマイナスのどちらかが被験者が理解したので、3:30 付近で Attention が下がってしまったのではないかと推測した。つまり、結果がわかって安心して集中力が下がってしまったと解釈ができるのではないかと考えられる。

### 5.2 データ例 2

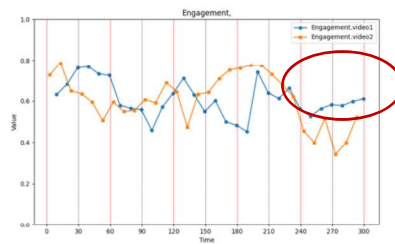


図 9 データ例 2

143s~202sの間では阿原版では、ずんだもん版よりも Engagement が上がっている。

#### 被験者の動作

02:51 で椅子を少しだけ動かしている。

03:04 で椅子の方向を直している。

03:06 で椅子を少しだけ動かしている。

03:16 で椅子を少しだけ動かしている。

#### アンケート：

「 $\arcsin(x)$ の符号の説明についてどう思われましたか？」という質問では、5段階中4で関心を持ったと回答した

考察: Engagement が上がった理由として、 $\arcsin(x)$ の符号の説明が難しかったので、集中して聞く必要があったからだと考えられる。

## 6. これから

脳波計が壊れた（修理中）ので、実験は中断しているが、何人かの被験者からデータをとって解析する作業を続けたい。（11月現在、脳波計の修理は終わり、実験を再開している。）また、感情のグラフと、ビデオの内容や被験者の撮影動画の間には、言葉で説明できそうな関連性を見つけにくいこともあり、どのように結論を導くか、どのような仮説を立てるかについては、今後の課題である。

また Emotiv Pro では、Performance Metrics 以外にアルファ波(Resting & relaxed)、ベータ波(Alert & active mind)、ガンマ波(Intense focus, problem solving)、デルタ波(Sleep and dreaming)、シータ波(Deep relaxation or meditative states)の時系列グラフも得られるので、これらとの関連性も調べたい。

## 7. 参考文献

[1]村山ら「テキスト読み上げソフトを用いた講義ビデオ収録システムによる 反転授業向けビデオ教材作成に関する一検討」(2018)

[2]Chen ら「Relationship Between Video Game Events and Player Emotion Based on EEG」(2016)

[3]Performance Metrics の要素についての説明

<https://www.emotiv.com/pages/performance-metrics>

[4] EPOC X のページ <https://www.emotiv.com/products/epoc-x>

[5]阿原一志 微積分講義(Youtube 動画)

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLxMxJI7KkVvTn0GdX9bybZD6vDplyKUJG>