

公立はこだて未来大学 2020 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2020 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

コミュニケーション脳科学

Project Name

Communication Brain Science

プロジェクト番号/Project No

10

プロジェクトリーダー/Project Leader

榊原健生 Takeru Sakakibara

グループリーダー/Group Leader

榊原健生 Takeru Sakakibara

グループメンバ/Group Member

榊原健生 Takeru Sakakibara

和田美央 Mio Wada

中川明 Akira Nakagawa

大山拓馬 Takuma Oyama

皆内春乃 Haruno Minaucti

岩崎康平 Kohei Iwasaki

藤田碧海 Aoi Fujita

指導教員

佐藤直行 富永敦子 岡本誠 中田隆行

Advisor

Naoyuki Sato Atsuko Tominaga Makoto Okamoto Takayuki Nakata

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

本プロジェクトは、人間同士のコミュニケーションというものを脳波や心拍などの脳科学的な視点から分析することをテーマとしたプロジェクトである。人間の脳は、人間の様々な活動で変化する微弱な電気信号を脳波として常に発している。この脳波を、実験により収集し、これにより得た脳波データを処理・解析して、様々な要因やデータと組み合わせることで、コミュニケーションにおける特徴や傾向を確認することが我々の最終目標である。我々は主に、日常的な環境の中での複数人の間のコミュニケーションを対象に実験を行い、脳波データやその他の様々な変数を基に、理解度というものに焦点を当てて研究を行った。今回の活動では、「オンライン上と対面における講義形式でのコミュニケーション」というものに焦点を当てて、実験班、解析班に分かれて活動した。実験班は主に事前知識の調査、実験プランの考案と設計、実験の準備、実行を行い、解析班は実験で得たデータの処理、解析、考察を行った。活動の結果として、「オンライン上での課題のほうが認知的負荷がかかり、認知努力が必要な状態であった」という結論に至った。今後の展開としては、実験のどの要素が脳の理解プロセスに影響を与えたのか、またそれがどのように脳以外の身体的活動に影響を与えたのか、ということをも明らかにする研究や、これらの影響により生じる問題を解決するためのアプリケーションシステムやハードウェアの開発などがあげられるであろう。

キーワード 脳波, 理解度

(文責: 榊原健生)

Abstract

The theme of this project is to analyze communication between humans from the perspective of brain science, including EEG and heartbeats. The human brain constantly emits electroencephalograms, which are weak electrical signals that change with various human activities. Our ultimate goal is to confirm the characteristics and trends in communication by collecting these EEG through experiments, processing and analyzing the EEG data obtained from these experiments, and combining them with various factors and data. We mainly conduct experiments on communication between multiple people in an everyday environment, focusing on comprehension based on EEG data and various other variables. In this project, we focused on "Comprehension in online and face-to-face lecture-style communication" dividing into an experimental group and an analysis group. As a result of the activity, we came to the conclusion that "the online task was more cognitively demanding and required more cognitive effort. Future developments include research to determine which elements of the experiment affected the brain's comprehension process and how this affected physical activities other than the brain, as well as the development of application systems and hardware to solve the problems caused by these effects. In addition, the development of application systems and hardware to solve problems caused by these effects.

Keyword EEG, Comprehension

(文責: 榊原健生)

目次

第 1 章	背景	1
1.1	コミュニケーションと脳波に関する研究	1
1.2	オンライン上のコミュニケーションに関する研究	1
第 2 章	到達目標	2
2.1	テーマの概要	2
2.2	本プロジェクトにおける到達目標	2
2.3	通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う利点	2
2.4	プロジェクト活動の概要	3
第 3 章	脳波についての基礎講義	4
3.1	脳波の詳細	4
3.1.1	脳波について	4
3.1.2	脳波の分類	4
3.2	脳の構造	5
3.2.1	大脳	5
3.2.2	小脳	6
3.2.3	脳幹	6
3.2.4	間脳	6
3.2.5	大脳基底核	7
3.2.6	海馬	7
3.2.7	扁桃体	7
3.3	脳波計測法について	7
3.3.1	国際 10-20 法	8
3.4	Python について	8
第 4 章	前期活動内容	10
4.1	実験班	10
4.1.1	実験班の概要	10
4.1.2	実験計画	10
4.1.3	予備実験	12
4.1.4	本実験	14
4.2	解析班	16
4.2.1	解析班概要	16
4.2.2	プログラムのフローチャート	16
4.2.3	高速フーリエ変換 (FFT)	17
4.2.4	IIR バンドパスフィルタ	17
4.2.5	ノッチフィルタ	18

4.2.6	ヒートマップ	19
4.2.7	標準偏差と平均を利用した処理	19
4.2.8	眼球運動の検出	19
4.2.9	眼球運動の低減	21
4.2.10	t 値の算出	22
4.3	中間発表会	23
4.3.1	ポスター	23
4.3.2	動画・スライド	24
4.3.3	質疑応答	25
4.3.4	フィードバック	26
第 5 章	後期活動内容	27
5.1	実験班	27
5.1.1	後期活動の概要	27
5.1.2	オンライン実験	27
5.1.3	本実験	28
5.1.4	データの処理	30
5.2	解析班	31
5.2.1	解析班の概要	31
5.2.2	実験データトラブルの対処	31
5.2.3	周波数帯別に分割	31
5.2.4	グラフの明瞭化	32
5.2.5	重回帰分析	32
5.2.6	実験データの統合	33
5.2.7	頭部へのマッピング	34
5.3	成果発表会	35
5.3.1	ポスター	35
5.3.2	動画・スライド	36
5.3.3	質疑応答	37
5.3.4	フィードバック	37
第 6 章	考察	39
6.1	結果の要約	39
6.1.1	実験班の結果	39
6.1.2	解析班の結果	39
6.2	考察	40
第 7 章	今後の課題と展望	41
第 8 章	インターワーキング	42
8.1	榊原健生	42
8.2	和田美央	43
8.3	中川明	44

8.4	大山拓馬	45
8.5	皆内春乃	46
8.6	岩崎康平	47
8.7	藤田碧海	48
参考文献		49
付録 A	活用した講義	50
付録 B	その他製作物	51
B.1	本実験の計画書	51
B.2	実験使用テスト	51
B.3	構築プログラム	52

第 1 章 背景

1.1 コミュニケーションと脳波に関する研究

脳波とは、脳に流れる微弱な電気を頭皮に付けた電極から測定できるもので、脳の神経細胞の活動を観察する 1 つの手段である。計測した脳波は周波数ごとに δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波、 γ 波に分類することができ、それらを解析することによって脳の様子を調べることができる。これまでの脳波の研究は、集中度や覚醒度、リラックスしている又はストレス状態にあるのかの測定や、医療の現場で用いられてきた [1]。それに対し、被験者の感情や思考の内容について判別することは一般的に難しいとされていたが、近年では脳波とコミュニケーションに関する研究やシステムの開発が進められている。理化学研究所は、会話をしている 2 人の脳波を測定した際、発話のリズムが同調すると脳波のリズムも同調することを明らかにした [2]。また、電通サイエンスジャムは、脳波測定によって感情の変化を可視化するシステム「Valence-Arousal Analyzer」を開発した [3]。このように、コミュニケーションに焦点を当て脳波測定の新たな知見を得ようとする取り組みが近年行われている。

(文責: 和田美央)

1.2 オンライン上のコミュニケーションに関する研究

昨今、新型コロナウイルスの感染拡大によって、Zoom 等のアプリを用いた授業や会議が増加し、オンライン上で人とコミュニケーションをとる機会が増えている。文部科学省が行った「新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえた大学等の授業の実施状況について [4]」の調査によると、2020 年 5 月 20 日の時点で、90 % もの大学等で遠隔授業のみが実施され、通常の対面授業のみを実施している大学はわずか 3 % ほどである。このような急激なオンライン化は、感染症拡大防止のための措置として急遽実施されたものであり、それによって起こりうる問題や障害を利用者が把握しきれないというのが現状である。アプリケーションの使い方やインターネット回線環境の違いによる個人の知識や環境差は勿論、コミュニケーションの面でも対面との違いに不安を抱える人が多いと推測できる。オンライン上では会話している人から得られる情報が少なく、対面では何気なく行っている非言語的なコミュニケーション (例えば、表情やジェスチャーなどの身体動作・肩を叩くなどの接触行動・体の向きや相手との距離の取り方など) の一部が困難になると考えられる。このような背景から、円滑なオンライン上でのコミュニケーションをするための研究に関心が高まってきている。

(文責: 和田美央)

第 2 章 到達目標

2.1 テーマの概要

背景で述べたような脳波研究の現状と現在の社会情勢を踏まえ、本プロジェクトではオンライン上と対面それぞれの人間同士のコミュニケーションにおける脳波を測定し、解析を行うことで脳科学的な視点から考察を行うことを課題として設定した。また、コミュニケーションを脳波の観点から測定するための指標として、「理解度」について焦点を当てた。コミュニケーションにおける「理解度」を定量化することによって、その計測結果からオンライン上と対面での理解度について調べることをプロジェクトのテーマとして活動した。

(文責: 和田美央)

2.2 本プロジェクトにおける到達目標

本プロジェクトでは、オンライン上と対面で行われる人間同士のコミュニケーションでの会話理解と集中度に関する脳波の特徴を調べ、それらを比較することで得られる解析データを活用し、脳科学的な視点からオンライン上と対面でのコミュニケーションの違いを考察することを最終的な到達目標としている。

(文責: 皆内春乃)

2.3 通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う利点

プロジェクトの定義としては複数の業務を集合させて一つの目標を達成することや自身だけでなく、周りの人と協力して遂行することなどが挙げられる。本課題は複数の知識や技術の集合によって解決をしていく必要があると考えられる。また、複数の知識や技術を一人で行うことは難しく、複数人で行うことが効率的である。しかし、通常の授業では基本的に一人一人が個人で知識・技術習得をするための講義・演習形式で行われる。そのため、複数人で意見を出し合いながら実験を計画し、実験結果について考察・議論する必要がある本課題においてはプロジェクト学習で行うことが望ましい。

(文責: 皆内春乃)

2.4 プロジェクト活動の概要

本到達目標を達成するために、オンライン上及び対面での人間同士のコミュニケーションにおける「理解度」というものを測定し、それらを定量化するというのを掲げた。具体的なテーマとしては理解度を測る脳波の実験を行い、実験で得たデータを解析し、脳波の見地から理解度や集中度に有意な差が現れるかを検証するというものにした。

検証をするために、実験班と解析班の二つに分かれ、それぞれの課題を設定した。実験班が設定した課題はオンライン上及び対面で行われる講義形式の会話で、会話中の聴衆の脳波特徴に差が現れるかを調べる実験の計画と理解度の指標として扱えるパラメータがあるかどうかを調べる計画にした。解析班が設定した課題は実験で得たデータをフィルターやセグメントなどの様々な処理を行い、データの特徴がわかる形に直し、Python を使い出力するプログラムを作成することとその特徴をもとにデータについて考察することにした。この課題を解決するために以下のような手順を設定した。

1. 必要となる資料の収集や脳や脳波についての基本的な勉強会を実施する。
2. 予備実験やオンライン実験を通して、実験に必要な判断材料を選定する。
3. 実験データの解析のための解析演習を行う。
4. 資料をもとに実験を設定、実施の上で得られたデータを解析する。
5. 解析結果をもとに考察を行う。

(文責: 皆内春乃)

第3章 脳波についての基礎講義

本プロジェクトを行うにあたって、はじめに基礎知識習得のための勉強会を行った。この章では、そこで学んだ脳科学に関する用語や、実験手法、解析で用いたプログラミング言語についてまとめている。

(文責: 中川明)

3.1 脳波の詳細

3.1.1 脳波について

脳波とは、ヒトなど動物の脳から生じる電気活動を、頭皮上、蝶形骨底、鼓膜、脳表、脳深部などに置いた電極で記録したものである。1924年ハンス・ベルガーによってヒトの脳での電気現象として脳波が発見されて以来、神経細胞からなる大脳皮質の表面近くに位置するシナプス電位・後電位などの総和の電位変動を頭皮上から誘導し増幅させる方法で記録されてきた。脳波を測定、記録する装置を脳波計 (Electroencephalograph : EEG) と呼び、それを用いた脳波検査 (Electroencephalography : EEG) は、医療での臨床検査として、また医学、生理学、心理学、工学領域での研究方法として用いられる [5]。

(文責: 岩崎康平)

3.1.2 脳波の分類

脳波はおおよそ 0.5Hz(ヘルツ) から 50Hz までの周波数範囲の変化をもつ 20-70 μ V(マイクロボルト) の波型信号であり、様々な状態で変化する。本プロジェクトでは、 δ 波:0.5-4Hz、 θ 波:4-8Hz、 α 波:9-13Hz、 β 波:15-25Hz、 γ 波: β 域以上 50Hz と脳波分類する。

徐波と呼ばれる δ (デルタ) 波と θ (シータ) 波は、覚醒状態にある正常成人の安静閉眼時には、ほとんど出現しない。徐波は生理的には、幼小児の脳波、睡眠時の脳波にみられ、病的状態としては、てんかん、脳腫瘍、脳血管障害、などの器質脳疾患、意識障害、低酸素状態、低血糖状態など種々の脳機能障害の際出現する [6]。

α (アルファ) 波は 8-13Hz の周波数で安静、覚醒、閉眼状態で正常成人の頭頂部、後頭部で最も著明に見られる。振幅はかなり個人差もあるがおおよそ 20-50 μ V とされている。 α 波は目を開いたり精神活動を行ったりすると減衰するのが特徴である [6]。

β (ベータ) 波よりも周波数の高い波を総括したものを速波と呼ぶ。速波は徐波とは異なり正常脳波にも α 波とともに出現するが振幅が小さいのが普通であり (10-20 μ V)、振幅が 50 μ V 以上と大きい場合には異常と見なされる。速波は正常成人の覚醒時 (脳活動時) に見られるほか入眠時、薬物使用時、にもみられ、病的な場合としては、精神遅滞、頭部外傷、脳手術後などに見られる [6]。

β 帯域の脳波は通常の覚醒時の意識と関連付けられており、低振幅で複数の変化する周波数のベータ波は能動的で活発な思考や集中と関連付けられている。

γ (ガンマ) 帯域の脳波は知覚や意識に関連付けられており、高次精神活動に関連しているとされている。脳の異なる領域における γ 帯域の同期発火の一時的な状態は、認知処理の分散行列を生むメカニズムであるとして考えられており、知覚のような同期的で協奏的な認知活動を可能にする。

(文責: 岩崎康平)

3.2 脳の構造

3.2.1 大脳

ヒトの大脳は他の生物に比べて非常に発達しており、頭蓋骨の直下に位置する中枢神経系と呼ばれる器官の一部である。おおまかに大脳皮質 (表層の灰白質)、白質 (大脳皮質の下にある神経の束)、大脳基底核 (大脳中心部にある神経細胞の集合) の 3 部位に分けられ、大脳は主に知覚、知覚情報の処理、統合、記憶、思考、神経の伝達路の役割を持つ。

大脳皮質は、脳の表面部分のことをいい、主に思考や判断し行動する機能を司る前頭葉、知覚や感覚を司る頭頂葉、聴覚や記憶を司る側頭葉、視覚を司る後頭葉と、左脳・右脳の各部に分類することができる。大脳は右半球と左半球が脳梁で繋がっているがそれぞれ機能が大きく異なり、言語中枢があるほうを優位半球、ないほうを劣位半球と呼ぶ。通常右利きの人は左脳が有意、左利きの人は右脳が有意半球だといわれる。左脳は文字や言葉など論理的な事柄、言葉や文字の認識などを行う。理屈的な事象を思考しているときには左脳の活動が活発になり、芸術的な創作物を見たり音楽を聞いたりしているときには右脳の活動が活発になることが観測されている。右脳は視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚など五感を通じた感性・感覚を司り、瞬時に直感的にかつ総合的に外部情報を認識し判断すると考えられている [7]。

白質は大脳髄質とも呼ばれ、大脳皮質の内側で大脳皮質の神経と他の神経をつなぐ役割を担っている。白質の内部を、髄鞘を持つ有髄神経線維と髄鞘を持たない無髄神経線維が走っている。髄鞘は、これを形成する稀突起膠細胞の細胞質や細胞外空間をほとんど失い、細胞膜の脂質二重層が幾重にも重なりあうため、灰白質に比べ光の乱反射度が高く白く輝くことが、白質の名の所以である [8]。

大脳髄質内にある大脳基底核は、大脳皮質と脳幹を結びつけている神経の集まりである。大脳基底核は大脳の奥深くにあるが大脳皮質と同じように灰白質である。大脳基底核には様々な機能があるが、特に大きいのは身体の安定にも寄与していて随意運動の調節を行っていることである。随意運動とは、普段我々が行う運動の中でも、特に自己の意思や意図に基づくような運動のことを指す。また、運動調節の他にも、認知機能や学習、感情といった機能も担っている。

(文責: 岩崎康平)

3.2.2 小脳

小脳は脳の下部、大脳の尾側、脳幹の背側に位置し、大脳に次いで2番目に大きな脳で脳全体の神経細胞の約半数が存在している。小脳には小脳皮質、白質、小脳核が存在する。小脳皮質の深部に白質があり、白質の中に小脳核がある。おおまかに原始小脳である片葉、垂と小節、古小脳である虫部、新小脳である半球に分けられる。さらに、半球と虫部は溝により葉に分けられる。小脳は体の平衡感覚を保ち、運動が正確かつ円滑に行われるようにフィードフォワード制御を行っている。また、小脳は情動や認知機能の遂行にも関与すると考えられている [9]。

(文責: 大山拓馬)

3.2.3 脳幹

脳幹は頭蓋骨の直下に位置する中枢神経系を構成する重要な部位が集まる器官である。脳幹は大脳に近い側から、中脳、橋、延髄、間脳に分かれている。脳幹は生存の上で欠かせない自律機能を制御している部位であり、睡眠・覚醒レベルの調整、姿勢運動制御も行っている。また、体温温覚、感覚、冷覚、聴覚、眠気、食欲、筋力などの様々な情報を分類して大脳皮質に伝え、覚醒・運動・感覚の制御、呼吸のリズムを形成している。そのため、脳幹がその機能を消失すると生命を維持することができなくなる [10]。

中脳は音の刺激で眼球を動かしたり体を動かす反応を担当し、視覚、聴覚、眼球運動などの中枢となっている。橋は上部の中脳や大脳と下部の延髄以下の部分の連絡路となっている。三叉神経、顔面神経核、蝸牛神経核などが橋を通っている。また、呼吸調節にも関係している。延髄は多数の神経核があり、脊髄につながる神経線維の束も存在している。延髄は生命維持に欠かせない呼吸中枢、心臓中枢となっている。また、咳、くしゃみ、発声、吸綴反射、嚥下、唾液分泌、涙液分泌、発汗などの中枢となっている [10]。

(文責: 大山拓馬)

3.2.4 間脳

間脳は脳幹の中の第三脳室を囲む部位である。間脳は嗅覚を省き感覚伝導路として大脳皮質に多くの神経細胞で結ばれている。間脳は視床、視床下部、視床後部、松果体、脳下垂体に分かれている。間脳は自律神経の働きの調節、意識・神経活動の中枢をなしている [11]。

視床は嗅覚以外の感覚神経が大脳皮質の感覚中枢に到達する中継場所となっている。視床下部は内臓の働きや内分泌の働きを制御し、自律神経系の中枢となっている。感情や情動の活動と関係があり、大脳皮質と辺縁系皮質の調整の中枢となっている。また、抗利尿ホルモンや、子宮筋収縮および乳腺分泌を促す筋上皮細胞収縮のホルモンなど分泌する神経細胞が存在している。視床後部は網膜からの視覚情報を受け取り後頭葉の一次視覚野へ中継する外側漆状体で構成されている。松果体はメラトニンホルモンを分泌している。脳下垂体は数多くのホルモンを分泌している [11]。

(文責: 大山拓馬)

3.2.5 大脳基底核

大脳基底核は、大脳皮質下にあり、尾状核・淡蒼球・視床下核・被殻・黒質で構成されている。大脳基底核の主な機能は、随意運動・眼球運動・学習・記憶のようなさまざまな機能に関連していることが知られている。その中で運動に際しては、運動の動機づけや意志といった内部刺激として働くことで運動の計画に作用する。加えて、運動が合理的に行われるように姿勢保持に働き、運動の開始を促し、運動学習後はその運動を自動的に実行することに作用している [12]。

(文責: 中川明)

3.2.6 海馬

海馬は大脳辺縁系の一部であり、学習と深く関係していると考えられている。その理由としててんかん治療により会が除去手術を行った患者などがそれ以後、身の回りの出来事を記憶できなくなることなどが挙げられる。海馬体では興奮性入力を短時間に高頻度に刺激することで入力を受けたシナプスの伝達効率が顕著に上昇してその状態が長期にわたり持続することが知られている。この長期増強現象が記憶、学習の基礎過程の1つと考えられている。これに関しては現在研究が進められている [13]。

(文責: 中川明)

3.2.7 扁桃体

海馬は主に記憶に関与し、扁桃体は情動に関わると大きく分けられる。扁桃体は記憶、情動、認知の基盤を支えている。扁桃体には、味覚、嗅覚、内臓感覚、聴覚、視覚、体性感覚などあらゆる種類の刺激が、嗅球や脳幹から直接的に、そして視床核を介して間接的に入力される。それに加え、大脳皮質内で処理された情報および海馬からの情報が扁桃体に入ってくる。扁桃体は情動的な出来事と関連づいた記憶の形成に重要な役割を担っていると考えられている。この理由として扁桃体に変性が認められた遺伝性疾患の患者が短期記憶や認知機能に障害は認められなかったが情動的な事象に関する記憶に障害が認められたからである [14]。

(文責: 中川明)

3.3 脳波計測法について

脳波の解析として波形を直接記録する方法と、波形に何らかの加工を行い、解析する方法の2つに分けられる。直接記録する方法はしばしば臨床検査として用いられている。波形の加工の方法は一部臨床でも用いられている。今回は波形に何らかの加工を行い、解析する方法で行う。脳波の導出法として単極誘導、双極誘導、平均基準電極法がある。単極誘導では電氣的に0に近い点の耳たぶを基準にし、頭部の電極と耳たぶの波形を記録する方法である。脳電位の絶対値が記録でき波形のゆがみが少ない、しかし、基準電極の活性化がある。双極誘導は頭部の2点間の電位差を記録する方法である。位相逆転による焦点の固定が可能であるが、頭頂部の電位差を見るため波形がゆが

み、電極間の距離が正確でないと誤差が生じる。平均基準電極法は頭皮上につけた多数の活性電極を1点に結びこの点を基準電極とする。全般的に大きな電位混入時には基準電極の活性化がある[6]。

(文責: 皆内春乃)

3.3.1 国際 10-20 法

国際 10-20 法とは国際脳波学会の定めた電極配置のことである。鼻根と後頭部、および左右耳介前点をそれぞれ計測し、それぞれの中点より vertex(Cz) を求める。鼻根と後頭結節の間、および左右耳介前点の間を 10、20、20、20、20、10 % に分割し、電極を配置する。ルールとして正中を示す z は zero であり、奇数ならば左側、偶数ならば右側となっている。例えば、感覚野がある頭頂部は電極記号で P3、P4 と左右に分かれている。他にも視覚野がある後頭部は電極記号で O1、O2 と左右に分かれている。利点としては頭の大きさに関係なくほぼ一定部位に電極配置でき、各電極間の距離もほぼ等しい。ほぼ脳の全領域をカバーし、何度実験を行ってもほぼ同一部位に配置することも可能である。そして、電極に対応する脳の部位が確認されている [6]。

(文責: 皆内春乃)

電極の配置 (10-20 法)

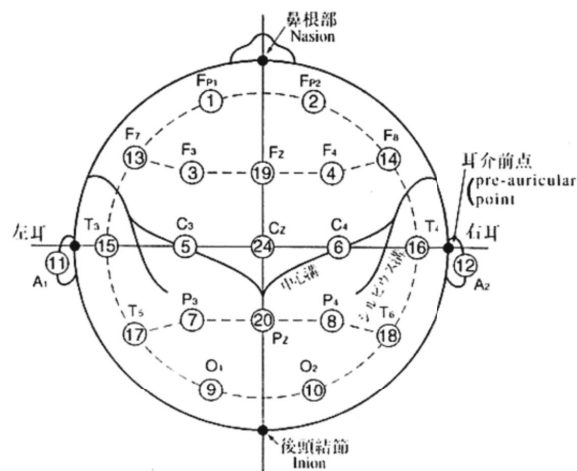


図 3.1 国際 10-20 法 [6]

3.4 Python について

Python とは、プログラミング言語のひとつであり、オブジェクト指向をもって開発された高水準言語である。1991 年にガイド・ヴァン・ロッサムにより開発され、Python ソフトウェア財団により運営されている。Python は、オープンソースで運営されている言語で、IoT 機器への組み込みやアプリケーションの開発、データ解析や人工知能開発などに使われているほか、研究利用目的のプログラムの構築にも用いられている。また、Python はこれらの活動を支持するたくさんのライブラリが存在しており、複雑なプログラムや高度なプログラムの構築に大きく貢献してくれる。

さらに、この言語の特徴として、可読性の高さがあげられる。Python は、もともと書きやすく読みやすいコードを作るという目的の元に作られた言語であり、セミコロンや中かっこなどをほとんど使用しない簡潔なプログラミング言語であるというものもあげられる。これはオフサイドルールと呼ばれ、セミコロンや中かっこといった文字でプログラムを構成するのではなく、インデントによってプログラムを構成している。Python はこのようにシンプルな文法をもった言語であるため、プログラミング初心者にもおすすめの言語となっている。今回の私たちの活動では、複数人でオンライン上での共同作業をする必要があり、なおかつデータの統計的な処理、そして解析を行う必要があった。これらの条件を鑑みて、オープンソースであること、脳波データの解析に必要なライブラリが存在すること、そして文法がわかりやすいことなどの理由から Python を開発言語として採用した。

(文責: 榊原健生)

第 4 章 前期活動内容

4.1 実験班

4.1.1 実験班の概要

実験班は実験の計画から実行までを担当し、実験で得られたデータを解析班に提供するために活動した。前期の実験班の活動は、実験の計画、予備実験 3 回、本実験 1 回となっている。

(文責: 藤田碧海)

4.1.2 実験計画

我々は、プロジェクトの目標を達成するためには、オンライン上でコミュニケーション活動を行っている間の脳波を測定する必要があると考えた。そこで、実験班でははじめにオンラインコミュニケーション中の脳波を測定するための実験について計画を進めた。

実験の目的

オンラインコミュニケーションにおける理解度について分析するためには、オンライン上及び対面でのコミュニケーションにおける理解度の差を計測する必要があると考えた。そして、理解度を定量化したいと考えた。しかし、理解度というものを定量化する研究は今まで行われてきていなかったため、理解度の指標となる脳波パラメータを探るところからは始める必要があることがわかった。論文を集めていく中で、言葉を聞いた時の脳の反応が理解として確認できるかもしれないと考えた。そこで、オンライン上と対面で行う講義形式の談話で、聴衆の脳波特徴に差が生じるのか、また理解度の指標として扱える脳波のパラメータがあるかどうかを調べることを実験の目的として実験の計画を進めた。

実験形式

談話の内容に関するテストを行って、その得点と脳波を照らし合わせることで理解度が測定できると考えたため、実験の形式はオンライン/オフライン条件を区別して発話者の朗読を聞き、その間の脳波を測定し、その後にテストに回答してもらうものとした。オンライン条件は Zoom を介したものとし、オフライン条件は対面とした。

脳波計概要・電極設置位置

本プロジェクトでは脳波を測定するために AvatarEEG という脳波計を使用した。この装置は 8 チャンネル計測することができるものである。サンプリング周波数は 500Hz とした。MicroSD カードを挿入することができ、計測したデータはそこに保存される。電極は銀/塩化銀電極を使用し、8 チャンネル分とリファレンス、グラウンド分で合計 10 本を使用した。また、脳波計の時刻同期やチャンネルごとの脳波測定状況・インピーダンスをリアルタイムで確認するために、専用のアプリケーションを使用した。

脳波計の電極の設置位置は図 4.1 に示す通り、眼球周囲に 1ch:左眼左下部、2ch:右眼右下部、3ch:両眼間上部の 3 チャンネル、頭部に国際 10-20 法に従って 4ch:Cz (正中中心部) ,5ch:F4 (前頭右部) ,6ch:F3 (前頭左部) ,7ch:P3 (頭頂左部) ,8ch:P4 (頭頂右部) の 5 チャンネルとした。また、リファレンスは右の耳朶、グラウンドは左の耳朶に設置するものとした。

眼球が動くことによって脳波よりもはるかに大きな電位が発生するため、眼電位を計測して脳波データから引く必要がある。そこで、眼電位を測定するために眼球周囲に 1ch,2ch,3ch の 3 チャンネルを設置することにした。

頭部の電極は、理解度の指標となる脳波パラメータを見つけるために、脳波全体の傾向を計測できるような位置に設置することにした。また、理解とは言語処理に関わるものだと考えたため、脳活動の左右差を計測できる位置にも設置することにした。したがって、脳波全体の傾向を計測するために Cz、運動野と感覚野の左右差を計測するために F3,F4,P3,P4 に電極を設置することにした。

1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch
L	R	V	Cz	F4	F3	P3	P4

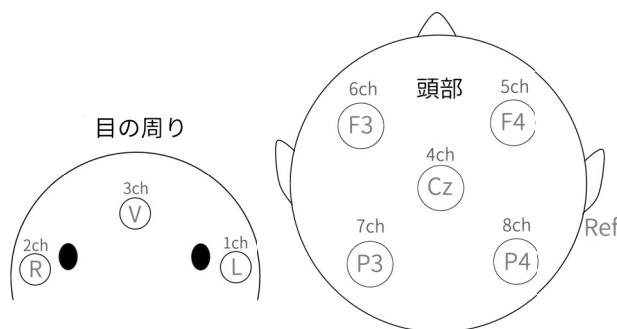


図 4.1 電極の配置

認知テスト

実験では、理解度の指標として脳波のほかに、認知テストのスコアを使用するものとした。認知テストの形式は、再生問題と再認問題から検討した。再生問題とは、記述問題のような、自らの記憶のみを用いて回答する問題である。また、再認問題とは、正誤選択問題や語群選択問題のような、自らの記憶と提示された情報を照らし合わせて判断し回答する問題である。認知テストの内容は、読み上げ文章1つに対して1つ、読み上げ文章の内容に従って作成した。

(文責: 藤田碧海)

4.1.3 予備実験

本実験を行う前準備として、実験に用いる文章とテストを作成・選定するためにプロジェクト内で予備実験を行った。予備実験は Zoom 上で行い、対面と非対面の状況を Zoom 上でのカメラの on/off によって簡易的に区別するものとした。また、脳波の測定は行わず、文章とテストの選定はテストの得点を用いて行った。参加者はそれぞれ自分が作成した原稿を読み上げ、それ以外の参加者全員が被験者として読み上げを聞き、その後テストに回答した。

予備実験 1

予備実験 1 は実験班 4 名で行われた。ニュースと小説の 2 ジャンルでそれぞれ 8 編ずつ、合計 16 編の原稿を作成した。原稿の元となる文章は、ニュースはマイナビニュース [18]、小説は青空文庫 [19] から選定した。選定基準は、作成者の主観でほかの参加者が関心を持っていなさそうなニュースと知らなそうな小説とした。原稿の長さは 300 文字程度として作成した。原稿の内容には文章内に現れる単語の難易度を基準に難易度の差をつけた。難易度の明確な基準は特に設けず、各自の主観で易しいものと難しいものを作成した。テストは文章の内容を要約して記述するという再生テストの形式として、各自で文書ファイルに記述してもらった。また、読み上げを聞いた直後に回答するものと、聞いた後に間隔をあけてから回答するもので条件を分けた。実際に使用した原稿とその回答の一部を図 4.2 に示す。

その結果、間隔をあけて回答した場合は文章のジャンルやビデオの有無にかかわらず、ほとんど回答することができず、読み上げ直後に回答した条件でも文章の全体を要約して記述する問題では回答が難しいことがわかった。また、文章全体の要約を採点する際にも採点者の裁量による部分が多いため難しいことが分かった。さらに、小説というジャンルはニュースと比べて解釈の幅が広く、テストに使用することが難しいことがわかった。実験自体も、オンライン/オフライン、ニュース/小説、文章が難しい/易しい、読み上げ直後に回答/間隔をあけて回答のように条件分けが多すぎたため見直す必要があると考えた。そのため、使用する文章のジャンルをニュースに絞り、テストの回答タイミングはすべて読み上げ直後として、内容は記述する要点を絞るような記述式問題へと変更し、同時に再認テストも作成し回答することにした。

<p>1 ビデオあり 梅の花が咲きはじまりました。学校の門のところにある梅も、公園の池のほとりにある梅も、静かに花をひらきました。桂二の家の庭の白梅も咲きました。花に梅があるかと、白い花はバツとうれしそうにがやきます。日蔭の枝にある花は静かに青空をながめています。梅の花はみんなじっと何かを待っているようでした。桂二の家の庭さきにある朝、うぐいすがやって来ました。ホーホケキョ ホーホケキョ うぐいすは梅の枝にとまって二三声さえずりました。が、すぐにへいをとびこえて、どこかへとんで行ってしまいました。その翌朝もまたうぐいすがやって来ました。こんどは、桂二の家の庭が気に入ったのか、少しゆっくりしているようでした。うぐいすは梅の木の枝から枝へ上手にとびうたって遊んでいました。が、しばらくすると、またへいをとびこして行ってしまいました。</p> <p>2 ビデオあり 梅 これはM君の話である。M君は学生で、ここの夏休みに静岡在の富沢という友人をたずねて、半月あまりも逗留していた。富沢の家は旧幕府の旗本で、維新の際にその祖父という人が旧主君の供をして、静岡へ農耕移住をした。早生から用心のいい人で、多少の蓄財もあったのを業いに、離れか田舎を買って帰郷したが、後には茶を作るようにもなって、土族の用法がそごがる成功したらしく、今の主人すなわち富沢の父の代になっては大勢の雇人を使って、なかなか盛んにやっているように見えた。祖父という人はすでに立を去って、離れ産数の種曹所はほとんど空家同様になっているので、わたしは逗留中そこに寝起きをしていた。</p>	<p>1 前目 (わかりやすいと思った) 梅の花が咲いた。色んな所で咲いた。りゅうじ?の家でも梅の花が咲いた。ある日、その梅の花にうぐいすがやってきた。とんでいった。またやってきた。ない。ホーホケキョ。気に入った?。木の間に上手にわたっている。 2 前目 (わかりにくいと思った) 梅?。売ってる? 寝起きしている</p>
--	---

図 4.2 予備実験 1 で使用した原稿 (左) とその回答 (右)

予備実験 2

予備実験 2 は実験班 4 名で行われた。ニュースのジャンルから 8 編の原稿とテストを作成した。原稿の元となる文章は、マイナビニュース [18] から選定した。選定基準、原稿の長さは予備実験 1 と同じである。テストの形式は、穴埋め記述式問題と文章の内容に関する記述式問題からなる再生テストと、穴埋め語群選択式問題と正誤選択式問題からなる再認テストとした。また、文章の内容とテストで難易度の差をつけ、同程度の難易度の文章でテストが難しいものを 2 編、易しいものを 2 編、同程度の難易度のテストで文章の内容が難しいものを 2 編、易しいものを 2 編用意した。難易度は予備実験 1 と同様に設定した。実際に使用した原稿とテストの一部を図 4.3 に示す。

その結果、再認テストは採点基準が明確であるため採点が容易で、回答もある程度の得点が期待できるものとなったが、再生テストのうち文章の内容に関する記述式問題は採点が難しく、回答も空欄が多くなりそもそも得点が得られないということになった。そのため、使用する文章のジャンルはニュースのまま、テストは文章を記述させる問題を使用しない形式へ変更することとした。

<p>難しい 1 (自動車) 大手自動車メーカーが加盟する日本自動車工業会(自工会)は 23 日、新型コロナウイルスの感染拡大で受注が減った中小部品メーカーの資金繰りを支援する枠組み「助け合いプログラム」を創設したと発表した。/ 自工会が融資保証して迅速に操業資金を確保できるようにする仕組みで、保証総額は 20 億円を想定。裾野が広い自動車産業の雇用を維持し、人材や技術の流出を防ぎたい考えだ。/ 自工会が独自の金融支援の枠組みを作るのは初めて。新型コロナウイルスに伴う新車需要の減少で、5 月の国内販売は前年同期比 44.9%減と低迷。7 月以降もほとんどのメーカーで生産調整が続く。中小部品メーカーは経営体力に余裕のない企業が多く、東京都大田区の部品メーカー社長は「昨年に比べて売上げが 2 割少ない状態だ。先行きが不透明な中、未済の企業にも資金の手当てをしてほしい」と話す。</p>	<p>試験問題 1 再生試験 前目 次の質問に関して、読み上げたニュースの内容にならって答えなさい。 (1) 問 2 [2]とは、どんな仕組みですか。 (2) 問 2 [2]は何が目的ですか。 (3) 問 2 [1]は何をすることが初めてののですか。 (4) 今年 5 月の国内販売自動車数が前年同期比で減少したのは何故ですか。 (5) 中小部品メーカーは、大手メーカーと比べ何が問題なのですか。 問 2 次の文章が完成するように、適切な単語を書きなさい。 大手自動車メーカーが加盟する「[1]」は、「[2]」を創設したと発表した。[1]は[3]によって、裾野が広い[4]の雇用を維持し、[4]の流出を防ぎたい考えだ。中小部品メーカーは[5]に余裕のない企業が多く、東京都大田区の部品メーカー社長は「昨年に比べて売上げた金額が[6]減った。先行きが不透明な中、未済の企業にも資金の手当てをしてほしい」と話す。</p>	<p>再認試験 前目 次の文章のうち、読み上げたニュースの内容として正しいものに○を、正しくないものに×をつけなさい。 (1)「助け合いプログラム」とは、新型コロナウイルスの感染拡大で受注が減った中小部品メーカーの資金繰りを支援する枠組みである。 (2)「助け合いプログラム」は、裾野が広い自動車産業の雇用を維持し、人材や技術の流出を防ぐことが目的である。 (3)自工会が独自の金融支援の枠組みを作るのは 2 度目である。 (4)新型コロナウイルスに伴って新車の需要は低下したが、5 月の国内販売自動車数は前年同期比で増加していた。 (5)中小部品メーカーの場合、が資金で営業しているため経営体力に余裕のある企業が多い。 問 2 次の文章が完成するように、以下の語群から適切な単語を選びなさい。 [1]が加盟する日本自動車工業会(自工会)は、「助け合いプログラム」を創設したと発表した。 自工会が[2]して、迅速に[3]を確保できるようにする仕組みで、保証総額は 20 億円を想定。7 月以降もほとんどのメーカーで[4]が続く。東京都大田区の部品メーカー社長は「昨年に比べて売上げが 2 割少ない状態だ。先行きが不透明な中、未済の企業にも[5]の手当てをしてほしい」と話す。 語群: 大手自動車メーカー、大手自動車部品メーカー、全自動車メーカー、受注、操業資金、融資保証、雇用保証、生産調整、資金、企業</p>
---	--	---

図 4.3 予備実験 2 で使用した原稿 (左) とテスト (中、右)

予備実験 3

予備実験 3 は実験班 3 名と解析班 3 名で行われた。ニュースのジャンルから 12 編の原稿とテストを作成した。原稿の元となる文章は、マイナビニュース [18] から選定した。選定基準、原稿の長さは予備実験 1 と同じである。テストの形式は、予備実験 2 で行ったもののうち、文章の内容に関する正誤選択式問題と穴埋め記述式問題を使い、再生テストと再認テストの両方を行った。また、予備実験 1 と同様に文章の内容で難易度に差をつけて、難しいものと易しいものを 6 編ずつ用意した。

その結果、文章の内容の難易度のバランスが良好であったため、今回使用した原稿の中からテストのスコアの平均値が誤差 0.1 以内に収まった 4 編を本実験に使用することにした。

(文責: 藤田碧海)

4.1.4 本実験

本実験では、脳波を測定するための思考時間、つまり朗読を聞いている時間を増やすために、予備実験で使用した原稿の文章を修正して 2 分程度になるようにした。使用したテストは付録 B.2 に添付してある。オンライン/オフライン条件は Zoom を介すものと対面とで区別した。被験者は本プロジェクトの実験班以外のテスト内容を知らない大学生から被験者を募集し、各本実験につき 1 人の被験者に参加してもらった。

脳波計測の手順

本実験では脳波を測定するために被験者の頭部に脳波計の電極を設置した。設置手順としては、はじめに被験者に頭部を洗浄してもらった。その後、リファレンスとグラウンドとして両方の耳たぶに電極を設置し、他の電極もチャンネルごとにあらかじめ決めた電極設置位置に設置した。電極を設置する際、設置位置をアルコールで湿らせた脱脂綿でよく拭いて皮脂を落とした後、電極に導電性ジェルを盛り、それを各設置位置に張り付け、外れないようにサージカルテープで固定した。すべての電極の固定が完了したら、導線が振れないように、実験を行う上で影響が少ない被験者の肩あたりにまとめて固定した。

電極の設置が完了したら、次に脳波計の設定を行った。専用のアプリケーションが入ったタブレット端末を用いて脳波計と接続し、はじめに時刻の同期を行った。次に、脳波が正常に測定できているか、電子機器等によるノイズが異常なまでに混ざっていないかをリアルタイム測定モニターで確認した。最後に、各電極におけるインピーダンスを測定した。このときインピーダンスの値が異常に高い場合は電極を設置しなおし、すべての電極のインピーダンスの値がおおよそ $5k\Omega$ 以下に下がるまで繰り返した。

脳波データは脳波計の電源が入れられてから切られるまでを一つのファイルとして保存するため、実験中の脳波を測定したいタイミングで電源を入れ、それが終わった時に電源を切る作業を繰り返した。また、脳波計の電源を入れてから実際に脳波測定が開始されるまでにタイムラグがあるため、測定時には電源を入れてから 5 秒経った後に実験タスクを開始するものとした。

実験タスクの開始前と終了後には平常時の脳波を測定するために安静状態で 1 分間脳波を測定した。また、脳波計測の終了時には再びインピーダンスを測定し、実験中に異常なインピーダンスの変化がなかったかを確認した。

本実験 1

本実験 1 は 7 月 1 日に公立ほこだて未来大学構内の教員 235 室前オープンスペースにて行った。参加者は被験者 1 名と実験者 4 名（タスク 2 名、計測 2 名）で行った。被験者を椅子に座らせて安静にするよう指示し、脳波計測の手順の項で述べた通りに脳波計の準備を行った。

オフライン条件では実験者の 1 名は被験者の正面から 2 メートル離れた位置に座り、オンライン条件では被験者の前に用意した机の上に、あらかじめ用意した Zoom 会議に参加したノート PC を置き、実験者の 1 名はパーティションで区切った別区画から同じ Zoom 会議に参加し、両条件で被験者にとって近い環境になるよう調整したのち、原稿の朗読を聞いてもらった。朗読を聞いている間、脳波を測定した。朗読が終わった直後、テストに回答してもらった。テストは筆記式で、5 分間の回答時間で穴埋め語群選択式問題 5 問、正誤選択式問題 5 問の全 10 問が印刷された回答用紙に回答を記入してもらった。これを 1 セットとして、毎セット異なる問題を使用してオンライン条件で 2 セット、オフライン条件で 2 セットの計 4 セット行い、合計 8 分程度の脳波データを計測した。実験の様子は実験の妨げにならない範囲で録画記録した。

(文責: 藤田碧海)

4.2 解析班

4.2.1 解析班概要

解析班では実験班から受け取る脳波データを扱いやすく見やすい形に解析・処理することを主な活動とした。実験班から受け取るデータは時間経過での電圧変化というデータ形式になっておりそこから何かを読み取ることは難しい。そのため、フィルタを通す、様々な解析処理を行う、グラフにプロットするなどの処理を行った。

具体的な活動として担当教員から渡された MATLAB で書かれたコードを Python のコードに書き換える作業が挙げられる。MATLAB とはデータの解析、アルゴリズムの開発、モデルの作成などを行うように設計されたプログラミング言語である。MATLAB を導入する利点として、担当教員が書いたコードがそのまま流用できることである。欠点として MATLAB を使用するには費用がかかることである。

私達は今回のプロジェクトで使用する言語を Python に決定した。その理由としてさまざまな数学パッケージを利用でき、それらが解析に有用である点に加えて、後に機械学習などへの応用が比較的簡単である点、無料で環境を構築できる点などが挙げられる。

(文責: 中川明)

4.2.2 プログラムのフローチャート

フローチャートを図 4.4 に示す。まず実験班から受け取ったデータをそのままの形にプロットした。次にバンドパスフィルタ、すなわち周波数の範囲を決めて、その周波数のみを通過させるフィルタを適用した。次に FFT、高速フーリエ変換を適用した。高速フーリエ変換とは脳波を周波数成分に分解し、脳波の中にどのような周波数成分が多く含まれているかを見ることができる処理である。次にヒートマップを作成した。これは、3次元データである FFT したデータを色で可視化し、判別をできるようにしたものである。それと同時に標準偏差と平均を利用した処理を行った。今回は、FFT したデータの平均をとったものを対数にして、それに標準偏差を足し引きすることによりはずれ値を検出することができるようにした。続けて、左右の頬骨と目の上下の電位差を求め、そのデータを基に突出したデータを抜き出し、眼電位として検出した。こうして検出した眼電位を重回帰分析により低減した。次にデータの特徴をとらえやすくするために、周波数帯ごとのデータを、脳波の帯域ごとにまとめるプログラムを追加した。最後に 2 変数での重回帰分析を行い最終考察で使うためのグラフを生成した。

(文責: 中川明)

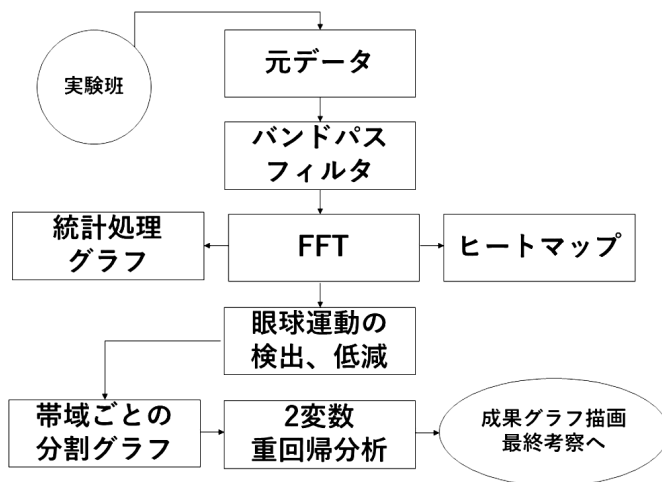


図 4.4 プログラムフローチャート

4.2.3 高速フーリエ変換 (FFT)

高速フーリエ変換とは、脳波データを周波数帯ごとに分解するものである。高速フーリエ変換を行うことで周波数帯ごとのパワーを確認したり、周波数帯での処理をすることができた。

本プログラムでは、指定したチャンネルの実験データの DataFrame オブジェクトを for 文を使用して 1 から始めセグメントの長さを加算することでセグメントごとに分割し、scipy.fftpack の fft メソッドを使用して分割したデータを FFT し、関数 abs(x) を使用して求めた。セグメントの長さは 1 秒とし、1 秒分である 500 点でデータを分割した。図 4.5 は、第二回目の実験データの 4ch に FFT を行い、セグメントごとの FFT した実験データをプロットしたものである。Hz が小さいほどパワーが大きいことがわかった。また、50Hz のパワーが周りと比較すると大きくなっていることがわかった。

(文責: 大山拓馬)

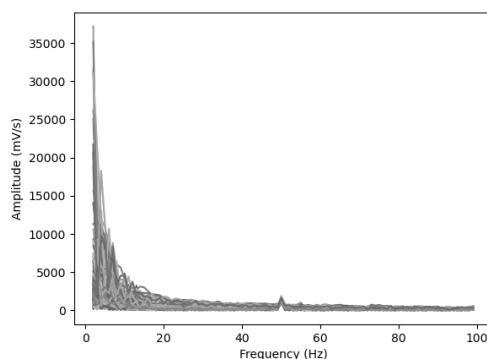


図 4.5 高速フーリエ変換 (FFT) 適用グラフ

4.2.4 IIR バンドパスフィルタ

IIR バンドパスフィルタとは、バターワース特性のバンドパスフィルタで、指定した周波数の範囲だけを通過させるフィルタである。極端に大きい、または小さいデータはアーチファクトな

め、IIR バンドパスフィルタを適用し、実験データから 1~40Hz の周波数帯から外れた要素を除去した。

本プログラムでは、関数 `scipy.signal.lfilter(b, a, x)` を使用してフィルタを適用した。引数 `b` は分子の係数、引数 `a` は分母の係数のことでバンドパス用の IIR フィルタのパラメータである。引数 `b, a` の値は `a = [1.0000, -1.5948, 0.5999]`, `b = [0.2000, 0, -0.2000]` とした。引数 `x` は入力するデータのことで指定したチャンネルの実験データの DataFrame オブジェクトを入力した。

(文責: 大山拓馬)

4.2.5 ノッチフィルタ

ノッチフィルタとは、阻止する周波数の範囲が狭く、その帯域だけを除去するフィルタである。ノッチフィルタを適用し、電子機器が要因のアーチファクトである 50Hz 成分を除去した。

本プログラムでは、ノッチフィルタの関数 `easy_notch(dat, Fs)` を定義した。引数 `dat` は入力するデータのことで指定したチャンネルの実験データの DataFrame オブジェクトを入力した。引数 `Fs` はサンプリング周波数のことで本実験は 500Hz なので 500 とした。関数内では、変数 `f0, fn, freqRatio, notchWidth, zeros, poles` を宣言した。変数 `f0` はノッチ周波数のことで本関数は 50Hz を除去したいので 50 とした。変数 `fn` はナイキスト周波数のことで `Fs` を 2 で除算して求めた。変数 `freqRatio` はナイキスト周波数を 1 としたときのノッチ周波数の比率のことで `f0` から `fn` を除算して求めた。変数 `notchWidth` はノッチの幅のことで 0.1 とした。変数 `zeros` は `zeros = [x, y]` とした。`x` は -1 を平方根した複素数である `cmath.sqrt(-1)` と円周率である `math.pi` と `freqRatio` を乗算し、関数 `numpy.exp` で自然対数の底 `e` を計算した値で累乗して求めた。`y` は関数 `numpy.exp` で自然対数の底 `e` を `-cmath.sqrt(-1)` で累乗した値と `math.pi` と `freqRatio` を乗算して求めた。変数 `poles` は `zeros` の値全てに 1 から `notchWidth` を減算した値を乗算して求めた。そして、IIR バンドパスフィルタで使用した関数 `scipy.signal.lfilter(b, a, x)` でフィルタを適用した。引数 `b` は関数 `numpy.poly` で `zeros` を持つ多項式の係数を求めた。引数 `a` は関数 `numpy.poly` で `poles` を持つ多項式の係数を求めた。変数 `x` は `dat` とした。図 4.6 は、実験データにノッチフィルタを適用する前にプロットしたものである。図 4.7 は、実験データにノッチフィルタを適用した後にプロットしたものである。

(文責: 大山拓馬)

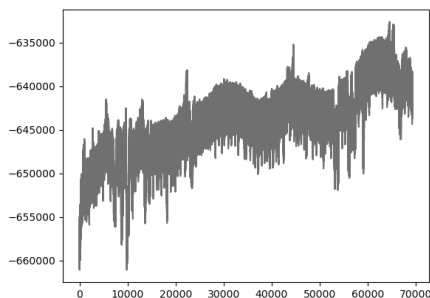


図 4.6 ノッチフィルタを適用する前のグラフ

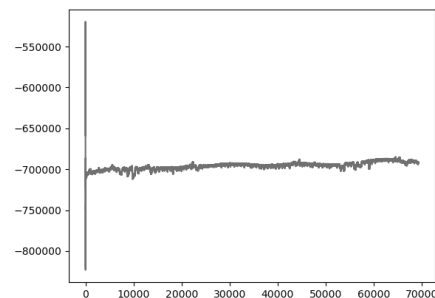


図 4.7 ノッチフィルタを適用した後のグラフ

4.2.6 ヒートマップ

ヒートマップとは、データを色で可視化し、判別できる 3次元データである。

本プログラムでは、関数 `matplotlib.pyplot.imshow(x, cmap = 'jet', origin = 'lower')` を使用してヒートマップをプロットした。引数 `x` は画像データのことで関数 `numpy.log` を使用して底を `e` とする指定したチャンネルの FFT した実験データを転置した NumPy 配列の対数を入力した。引数 `cmap` はカラーマップオブジェクトまたは登録済みのカラーマップ名のことで 'jet' とした。引数 `origin` は原点の位置のことで 'lower' とした。図 4.8 は、FFT したデータを縦軸は周波数、横軸は時間、色はパワーとしてプロットしたものである。色が暖色に近いほどパワーが大きい箇所、寒色に近いほどパワーが小さい箇所である。Hz が小さいほど赤色が多く、パワーが大きいことがわかる。50Hz ほどの秒数でも黄色で安定してパワーが大きいことがわかる。

(文責: 大山拓馬)

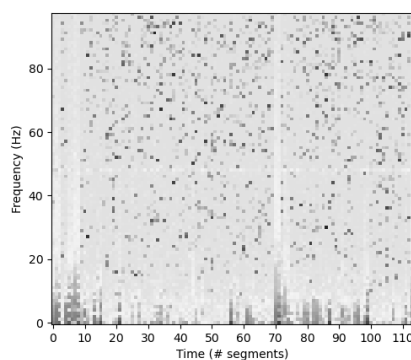


図 4.8 ヒートマップ

4.2.7 標準偏差と平均を利用した処理

標準偏差と平均を利用した処理とは、平均のデータと平均のデータから標準偏差を加算、減算することでデータのばらつきを検出したものである。

本プログラムでは、関数 `numpy.mean(x, axis=0)` と関数 `numpy.std(x, axis=0)` を使用して平均と標準偏差を求めた。引数 `x` は NumPy 配列のことで指定したチャンネルの FFT した実験データの NumPy 配列を入力した。引数 `axis` は行列の列ごと、行ごとを指定するもので `axis=0` として行列の列方向で平均値を求めた。図 4.9 は、FFT したデータの平均を実線で、標準偏差を加算、減算したデータを点線でプロットしたものである。今回のデータでは、50Hz のパワーが大きく、はずれ値であることがわかった。

(文責: 大山拓馬)

4.2.8 眼球運動の検出

眼球運動の検出とは、左右の頬骨と目の上下の電位差を求め、そのデータを基に突出したデータを抜き出し、眼電位として検出するものである。眼電位とは、眼球を動かしたり、目の周りの筋肉を動かしたときに出る電気信号で、脳波を計測する際には除去しなければならないアーチファクト

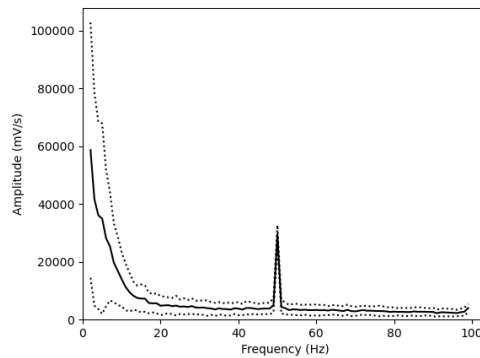


図 4.9 統計処理グラフ

である。

本プログラムでは、まず、電位差を求めた。左右の頬骨の電位差は、左頬骨の 1ch の実験データから右頬骨の 2ch の実験データを減算して求めた。目の上下の電位差は、目の上の 3ch の実験データから左頬骨の 1ch の実験データと右頬骨の 2ch の実験データの平均を減算して求めた。次に、電位差のデータにノッチフィルタと IIR バンドパスフィルタを適用した。そして、眼球運動の信号が大きいセグメントだけをまとめた。for 文を使用して 5 から始めセグメントの長さを加算することでセグメントごとに分割し、横方向眼電位と縦方向眼電位のパワーの絶対値が 100 以上 1000 以下のセグメントをまとめた。図 4.10 は、元データと眼電位をプロットしたものである。青色のグラフは実験データ、橙色のグラフは横方向眼電位、緑色のグラフは縦方向眼電位である。

(文責: 大山拓馬)

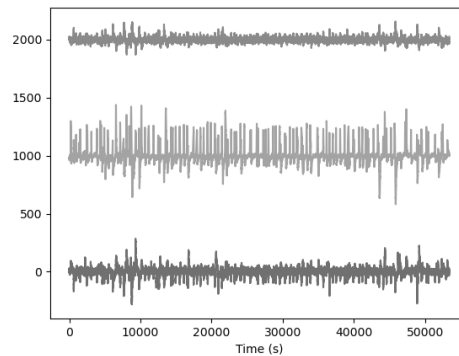


図 4.10 検出した眼球運動のグラフ

(上は縦方向眼電位、中は横方向眼電位、下は実験データ)

4.2.9 眼球運動の低減

眼球運動の低減とは、元データを目的変数、電位差を独立変数として重回帰分析することにより回帰係数を求め、元データを脳波データに近い形にするものである。元データは脳波データと縦方向眼電位、横方向眼電位にそれぞれ係数をかけたものを足し合わせたデータである。

本プログラムでは、まず、関数 `sklearn.linear_model.LinearRegression()` を使用して `clf` に代入した。次に、関数 `clf.fit(pandas.DataFrame(X).T, pandas.DataFrame(y))` で線形回帰モデルを作成した。X は $X = [x_1, x_2, x_3]$ として、 x_1 は眼球運動の信号が大きいセグメントだけでまとめた横方向眼電位、 x_2 は眼球運動の信号が大きいセグメントだけでまとめた縦方向眼電位、 x_3 は眼球運動の信号が大きいセグメントだけでまとめた実験データと同じ長さの要素が 1 の配列とした。y は眼球運動の信号が大きいセグメントだけでまとめた実験データとした。そして、関数 `clf.coef_[0,0]`, `clf.coef_[0,1]` で偏回帰係数を求め、実験データから横方向眼電位と `clf.coef_[0,0]`、縦方向眼電位と `clf.coef_[0,0]` をそれぞれ乗算した減算して眼球運動を低減したデータを求めた。図 4.11 は、眼球運動を低減したデータである。橙色のグラフはオンライン時のデータ、青色のグラフは対面時のデータである。図 4.11 の実験データでは、オンライン時は `clf.coef_[0,0]` は -0.098, `clf.coef_[0,1]` は -1.134、対面時は `clf.coef_[0,0]` は 0.031, `clf.coef_[0,1]` は -1.513 だった。

(文責: 大山拓馬)

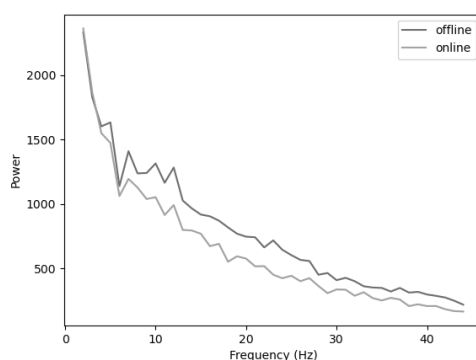


図 4.11 眼球運動を低減したグラフ

(橙色はオンライン、青色は対面)

4.2.10 t 値の算出

t 検定とは、2つの集団を比較するのに使われる統計的仮説検定のことである。閾値は p 値が 0.05% であるときの 1.96 とした。

本プログラムでは、 t 値を周波数ごとに平均した値をオンラインからオフラインを減算し、周波数ごとの標準偏差を二乗し、周波数ごとの総数で除算した値をオフラインとオンラインで加算した値の平方根で除算して求めた。図 4.12 は、眼球運動を低減したオフラインとオンラインのデータの t 値をプロットしたものである。ピンクの点線は閾値である。閾値を超えている値で有意差が見られることが確認できた。

(文責: 大山拓馬)

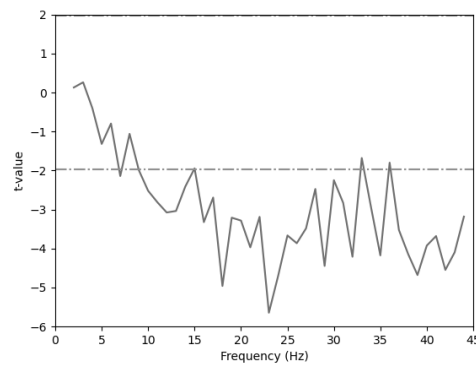


図 4.12 t 値のグラフ

4.3 中間発表会

2020年7月17日に公立ほこだて未来大学の各プロジェクトの報告用のサイトとZoom内での質疑応答で中間発表会が行われた。中間発表会を行うにあたり、本プロジェクトの内容を分かりやすく伝えるためにA1サイズのポスターを1枚と動画を制作した。制作にあたりポスターを作成するポスター班と、スライドを作成し、10分程度の動画を作成する動画班とに分かれて準備を行った。発表はプロジェクトで行ったことや得られた結果、これからの展望などを動画やポスターで発表し、その後、Zoom内でスライドを交えて質疑応答を行った。質疑応答の時間は前半と後半に分かれてそれぞれ3回行った。準備の際に質疑応答際に的確に答えられるよう、質問などを考えてグループ全体で答えを共有することとした。

(文責: 皆内春乃)

4.3.1 ポスター

前期の活動内容をA1サイズのポスター1枚にまとめたものを中間発表のために制作した(図4.13)。ポスターには、プロジェクトのテーマと1年を通しての長期目標、全体の活動の概要と実験班・解析班のそれぞれの具体的な活動内容と、後期に向けての課題や計画を記載した。

これらの制作にあたって特に気をつけたことは主に3つある。1つ目は、テーマが明確であり、何を目的として活動しているかが見る人にすぐ伝わるようにすることである。今回の中間発表はオンライン上で行うという関係上、発表中にその場で不足した情報を説明するといったことが難しいため、見ただけで概要がわかるようなデザインを心がけた。2つ目は、手順が煩雑になりがちな実験の内容をうまく整理しまとめたことである。実験の計画・予備実験・本実験をするといった過程を少ないスペースで伝わるように情報を絞った。3つ目は、解析班の活動内容についてグラフを中心としてまとめたことである。文字だけでは解析に関する専門用語とその説明が多くなってしまい、どうしても見る人にとって分かりづらくなってしまう。そのことを考慮し、実験で得られたデータが解析によって具体的にどのように変換されていくのかをビジュアル化するためにグラフを多用した。これらの工夫をすることによって、視覚的により見る人に伝わりやすいポスターを制作することができた。

(文責: 和田美央)



図 4.13 中間発表会ポスター

4.3.2 動画・スライド

動画を作るにあたり、スライドをメインにおき音声で説明をしていく形をとることにした。動画の内容は、プロジェクトテーマの説明、前記の活動内容、各班の概要や活動記録、そこで得られた結果、後期の計画と課題についての順番で行った。はじめに全体のアウトラインと班ごとのアウトラインを書き、そこからスライドを作成した。アウトラインを作成するにあたり、細かく書くのではなく全体の流れと最低限の説明をする場所のみを書くことにした。必要なスライドを作成した後、説明の付け足しや動画時間の調整のためにスライドの枚数を調整した。動画になるため、スライドを読んだだけでもわかるよう簡潔かつ丁寧に作成することにした。文字が多くなるため、赤字や枠で強調する工夫を行った。次に動画用の発表原稿を作るためにスライドを参考にしながら説明を加えて作成した。原稿は何度も読み返し文章の誤りや時間の調整を行った。動画作成前に先生方からアドバイスをもらい修正をした。動画編集では人数を少なくしたり、Zoom を繋げて同時に進捗を確認しあいながら行った。編集の仕方が個人によって変わる可能性を少なくするために、編集人数を減らす工夫も行った。

(文責: 皆内春乃)

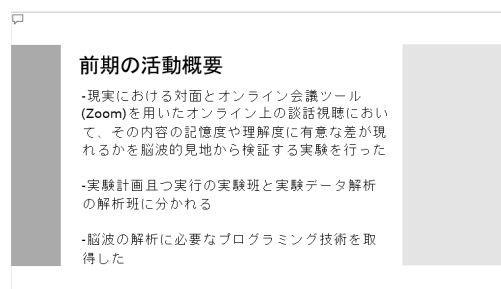


図 4.14 中間発表会スライド

4.3.3 質疑応答

質疑応答では専門用語や技術的なことに関する質問とテーマや今後の計画や課題に関する質問が多かった。本稿では聴衆に書いてもらったアンケートのコメントから質問の部分やアドバイスの部分を取り出し、発表技術と発表内容とに分けて以下に示す。

発表技術に関して

- 質疑応答では質問が来ない時の間で何か喋っててもいいのではないかと思った。
- スライドの前半が単調で頭に入ってきにくかったので、図をもっと使うと良い。
- スライドがもう少し簡潔になればよいと思った。
- 長い動画に対して単調な流れが続いていたのでポイントを強調するなどしてリズムが付くといいと感じました。
- テクニカルタームについて理解できていない人がいたのもう少し初見の人でも分かりやすい説明があるといいですね。
- ポスターのフォントは見づらかった。

発表内容に関して

- 自分たちで工夫した点などを発表して欲しい。
- スライドの右下に番号があると質問しやすい。
- 初めて学ぶ人にもわかるようにかみ砕いた表現が欲しい。
- プロジェクトの目的や、実験から得られたことなどを詳しく書かれるといいと思いました。
- 実験の全体像を見渡したものが1枚あった方がいいと思います。
- 高速フーリエ変換を行った理由をもう少し詳細に伝えた方がいいと思います。
- 解析の理論を完全に理解することが難しい。

(文責: 皆内春乃)

4.3.4 フィードバック

中間発表会の終了後アンケート調査を行い、合計 37 名からの回答を集計した。その結果、発表技術についての平均評価点は 7.2 点 (標準偏差 1.69)、発表内容についての平均評価点は 7.5 点 (標準偏差 1.50) であった。本項では、そこで得られたコメントをいくつかピックアップし、発表を振り返っていく。

発表技術に関して

- 音声が聞き取りやすかった。
- 質問回答者の顔が表示されていることで細かなニュアンスが伝わりやすかったと思う。
- 各担当を決めて内容ごとに発表する人を決めていたため円滑な進行だった。
- 詳しいことまで発表していて分かりやすかった。
- スライドのおかげで難しい用語も理解できた。

質疑応答の部分での評価を合わせて見ていくと、スライドを文字だけではなく画像や図形で簡潔に表現することと強調したいところを発表する際にアクセントを付けた方がいいというアドバイスが多かった。そのため聞く人が理解しやすいスライドを作成するためには画像や図形を使っていく必要があると感じた。しかし、スライドのおかげで難しい用語も理解できたという意見もあったため、スライドは簡潔に作成し、発表原稿は細かく説明するように次回では気をつけていきたいと思った。

発表内容に関して

- 背景がはっきりしていて、実際に何をしたのかこれからこれから何をやる予定なのかとても分かりやすかった。
- コミュニケーションの新しい手段として脳波は非常に利用価値があることが良く理解ができた。質問の回答も分かりやすかった。
- どのようにして目標に向けた考えたかに至ったのか、詳しく説明されていてよかった。
- 使用しているプログラムの説明が分かりやすかった。
- 難しい言葉が多くあったが、質疑応答での説明が分かりやすかった。

質疑応答の部分での評価を合わせていくと、動画やポスターだけでは説明が足りなかったことや質疑応答の際に理解の難しかったところを補ったことが分かった。そのため、技術の説明だけで質疑応答を終えてしまい、プロジェクト独自の点をもう少し知りたいという意見が多かった。発表のときは前提知識を端的に話しながら、私たちが行った独自の実験計画や解析方法も織り交ぜていくことが必要になると感じた。加えて、詳しく書いてあったことも評価として得られたため、聴衆の知りたいであろう部分的に絞って質疑応答がなくてもわかりやすいスライドやポスターを作成していく必要があると思った。次回では二つの部分に気を付けながらポスターや動画の作成に取り組みたい。

(文責: 皆内春乃)

第 5 章 後期活動内容

5.1 実験班

5.1.1 後期活動の概要

後期はまず後期の活動の目標の設定から始めた。前期に予定していた、理解度パラメータをリアルタイムに視覚化する装置の実装は現実的に不可能と判断し断念した。そこで、話の内容の理解度に関わるような脳波パラメータを発見するため、実験の計画と実行を担うことを後期の目標として設定した。前期に行った本実験の結果、脳波データに何らかの有意差が見られる可能性が示唆されたため、この実験を土台として再調整し、実験の再現性や信頼性を向上させることに重点を置くことにした。

(文責: 岩崎康平)

5.1.2 オンライン実験

本実験で使用する認知テストの正答率の算出や、問題の改善案の検討のための実験を計画・実行した。この実験では、予備実験と同様の形式で、話者の顔が見えるかどうかの区別は付けずに、予め録音した音声(本実験1で使用した4種)を流した後に、一斉にテストに回答してもらうものとした。昨今の状況を加味し、実験はオンライン上でZoomを使用することに決定した。テストの実施に関しては、Google formsを採用し、小テスト機能を利用して問題を作成し、回収することにした。対象となる被験者は、未来大の学部生20名程度を募集することにし、プロジェクトの担当教員の講義に一時参加し被験者を募った。募集と同時に、予め被験者に配布するための実験参加同意書や謝金関連の書類とその記入例の作成も行った。

実際の実験は、2020年10月20日,10月21日,10月23日,10月26日の計4日間行った。参加者には当日の指定時間帯にZoom上の会議に参加してもらい、予め録音した朗読音声をZoomの音声共有機能で流した後にGoogle forms上で作成したテストに回答してもらうというサイクルを4度繰り返し、データを集計した。また、実験参加同意書や謝金関連の書類は、予め参加者に学内メールで送付しておき、実験の終了後に我々がZoom上で指示しながら各々のワードプロセッサソフトで記入してもらった。全日程の終了後は、回収した同意書や謝金関連の書類の整理と、テスト結果の整理を行った。結果として、今回用意したテストに大きな難易度の差はなく、得られた得点の分布も、Q-Qプロットを作成して確認したところ正規分布に従うものであることがわかったので、特に問題に変更は加えなかった。

(文責: 岩崎康平)

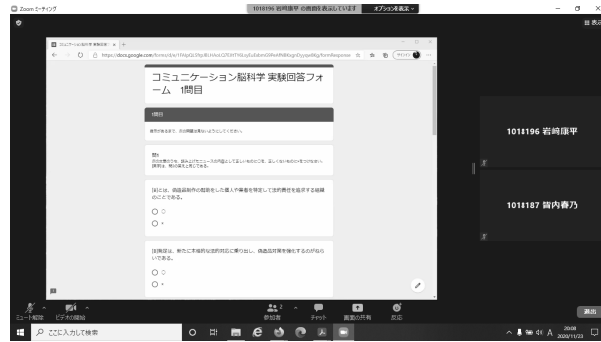


図 5.1 実際に使用した Google forms とオンライン実験の様子 (再現)

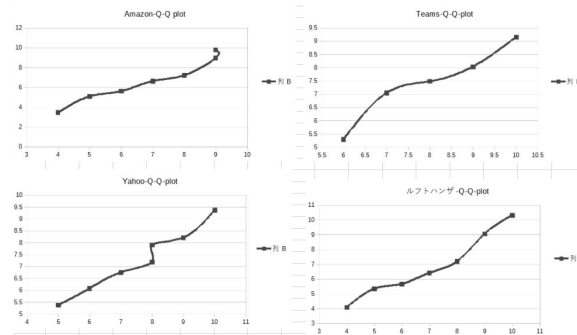


図 5.2 Q-Q プロット (グラフが直線に近づくほど正規分布に従う)

5.1.3 本実験

本実験 2:脳波と筆記式認知テストによる対面/オンライン環境が理解度に与える影響の計測

前期の最後に行った、脳波計測を伴う「本実験 1」の再現実験として、「本実験 2」を計画した。内容は本実験 1 と同一のもので、一般の未来大 3 年生 1 名を被験者とし、2020 年 10 月 5 日に実験を実施した。朗読文と試験の内容は、前期に行った「予備実験 3」と同様で、実験の形式は、話者の顔が見えるかどうかの区別は付けずに、予め録音した音声流した後に、一斉に試験に回答してもらったものとした。

(文責: 岩崎康平)

本実験 3・4・5:脳波と口頭試問による対面/オンライン環境が理解度に与える影響の計測

これまでの実験結果や、オンライン実験で得たデータの傾向を踏まえて、実験の実施方法を改善した「本実験 3」「本実験 4」「本実験 5」を計画した。今回の実験では、使用した朗読文や試験の内容は前回までのものから一切変更していないが、認知試験の実施方法を、「本実験 1」や「本実験 2」で採用していた筆記試験タイプのものから、問題が載ったスライドを見せながら口頭で回答を発言させる口頭試問タイプに変更した。これにより、試験回答中の脳波を小問 1 問毎に抽出できるようになった。実際の実験では、朗読の終了後筆記テストに回答させる代わりに、問題のスライドを大型テレビに出力し、問題文を読み上げた後に 10 秒間の思考時間を与え、口頭で回答を発言させるというサイクルを 10 問分繰り返した。「本実験 3」「本実験 4」「本実験 5」は一般の未来大 4 年生 3 名を被験者とし、それぞれ 2020 年 10 月 30 日,11 月 9 日,11 月 11 日に実験を実施した。実

験の終了後は、思考中脳波抽出のためのタイムスタンプの作成と、予め作成した Excel テンプレートへの回答データの入力・統計処理を行い、得られたテストのまとめ値と脳波データを解析班へ提出し、解析班の脳波解析結果とテスト結果の有意差の相関を検討することで結論を得た。

(文責: 岩崎康平)



図 5.3 本実験 5 の様子 (オンライン視聴中)

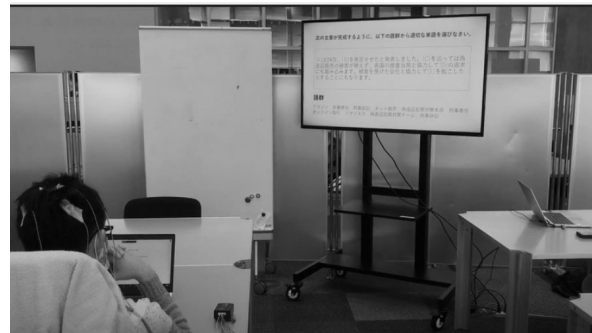


図 5.4 本実験 5 の様子 (実験中)

5.1.4 データの処理

F 検定・t 検定による有意差判定

実験班では、本実験で行ったテストにおいて、現実/オンラインのそれぞれで話を聞いた際の条件の違いが、その内容に関するテストの得点に影響を及ぼしていると言えるかを判定するために、t 検定を行った。まず、各条件で行ったテストの難易度の差を除去するために、各問毎の素点をオンライン実験で得た平均点から標準化する操作を行った。その後、現実/オンライン条件で 20 問分ずつある素点を合計、その平均と分散を計算した。得られた平均と分散から F 検定を実行しこの分散が等分散か非等分散かを確認した後に、「現実で話を聞いた際のテスト得点の平均値」と「オンラインで話を聞いた際のテスト得点の平均値」が等しいと見なせるか、見なせないかを t 検定で検定した。結果として、本実験 2 のみ 5 % の有意水準で有意差が見られたが、全体の傾向としては現実/オンラインの環境差がテスト結果に及ぼす影響はないという結論に至った。

本実験1		平均	分散	t 値	t 検定値	F 検定値	正規分布
off		-0.49051	1.576215	-1.7828	0.082605	0.074691	○
on		0.108322	0.68022			等分散	
本実験2		平均	分散	t 値	t 検定値	F 検定値	正規分布
off		0.38017	0.52269	2.06723	0.047946	0.00556	○
on		-0.35154	1.983052			非等分散	
本実験3		平均	分散	t 値	t 検定値	F 検定値	正規分布
off		-0.09164	0.621716	0.22533	0.823156	0.048409	○
on		-0.16643	1.581368			非等分散	
本実験4		平均	分散	t 値	t 検定値	F 検定値	正規分布
off		0.108829	0.831997	0.81458	0.420388	0.819744	○
on		-0.13261	0.924999			等分散	
本実験5		平均	分散	t 値	t 検定値	F 検定値	正規分布
off		-0.2063	0.905308	0.35523	0.724609	0.131675	○
on		-0.33786	1.837623			非等分散	

図 5.5 各実験毎の t 検定の結果

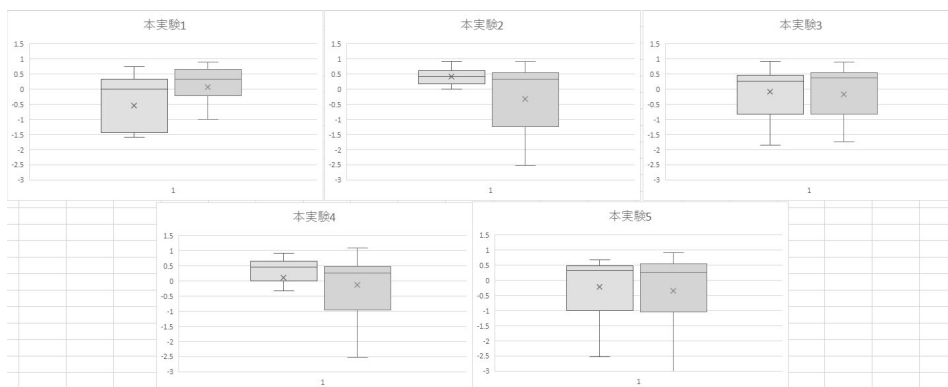


図 5.6 各実験毎の標準化得点の箱ひげ図 (青は対面/赤はオンライン)

(文責: 岩崎康平)

多変量解析と条件代表値

データの統計処理の方法についても検討し、現実/オンライン条件がテスト得点に与える影響を数値化するために、得点の標準化に着目、被験者のそれぞれ 10 問の素点を実験調査で得た得点分布を元に標準化し、その 10 問の平均値を、解析班での多変量解析に使用するテスト結果の条件別代表値 (このプロジェクトではまとめ値と呼ぶ) として採用することに決定した。これに伴い、統計処理を容易にするための Excel テンプレートの作成も行った。

(文責: 岩崎康平)

5.2 解析班

5.2.1 解析班の概要

後期は前期で行った本実験のデータ分析から始めた。解析を進めていく中でより見やすくわかりやすいグラフをプロットする必要が出てきたためそれらの処理を実装した。また実験班が算出したまとめ値を使用して重回帰分析を行った。最後に数個に別れていた実験データを統合し、最後の結論を出すためのグラフをプロットした。

(文責: 中川明)

5.2.2 実験データトラブルの対処

解析を進めるうちに実験データに不備があることがわかった。眼球運動が入らないはずの電極位置に眼球運動のノイズが入っていたことに気づいたことが理由である。具体的には頭の後ろに張っていた電極に普通入らないような眼球運動のノイズが入っていた。これにより電極を貼り付ける位置とデータの示している電極位置がずれていることが発覚した。

幸い私達が組んでいたプログラムでは、配列の数字を変えることによって電極位置をずらすことが可能であった。そのため即時修正することが実現できた。

`dat = pd.readcsv(fnm)` で pandas のデータ形式で読み込み `dat = dat.iloc[:, [0, 1, 2, 3, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4]]` の数字の部分が各電極の位置に相当しているため、個々の数字をずらして対応した。

(文責: 中川明)

5.2.3 周波数帯別に分割

脳波は主に θ (シータ) 波: 4~8Hz 未満、 α (アルファ) 波: 9~13Hz 未満、 β (ベータ) 波: 15~25Hz 未満に分類される。 θ 波は睡眠に入るタイミングや、集中しているときに発せられる脳波で記憶に良い影響を与えていると言われている。 α 波はリラックスしている時や、目を閉じているときにパワーが上昇する脳波であり、 β 帯は主に活動的な状態のときに現れる。特に、論理的な思考をしている際の緊張状態で発生することが一般的に知られている。

今までのグラフは1から45Hzまでをまとめて折れ線グラフで表現していた。私達の活動の必要な部分としてθ波、α波、β波に焦点を当てそれらをまとめる作業とそれ以外を捨てる作業を行った。この段階ではまだ折れ線グラフであったが、棒グラフのほうが見やすいと判断し、グラフを棒グラフに変更した。図5.7は実験データを周波数帯に分割したあと折れ線グラフを棒グラフに変更したものである。

θ帯であれば $flg_a = np.argwhere((fvec > 3)(fvec < 9))$ のように書いた。 $fvec$ はデータが入っている配列である。 $np.argwhere$ で該当する帯域の添字を返している。次に $y_a = []$ のように配列を用意。 $y_a.extend(np.mean(stock_close1[:, flg_a], axis = 1))$ で flg_a で取り出した添字を $np.mean$ で平均化、 $extend$ で配列に後ろから追加した。これを読み取りデータ分、帯域分配列を用意しプログラムを組んだ。棒グラフの描画は $plt.bar$ という関数を使用した。

(文責: 中川明)

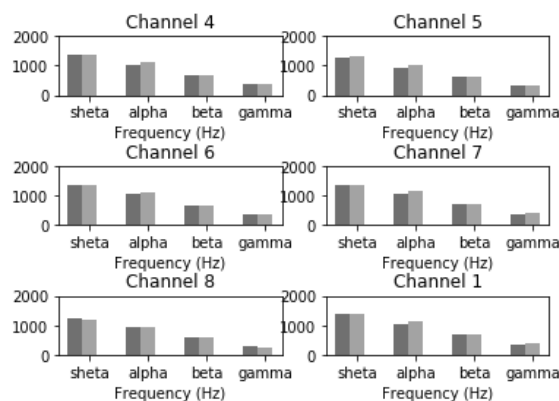


図 5.7 周波数帯に分割

5.2.4 グラフの明瞭化

グラフを読み取りやすくするためにエラーバーを追加した。エラーバーとは標準誤差を視覚化するためのものである。標準誤差とは標本から得られる推定量そのもののばらつきの大きさ、推定精度を表す指標として利用される数値である。また、オンライン、オフラインを見分けるための凡例を追加した。

2つの実装では $matplotlib$ についている機能を使用した。エラーバーは $plt.errorbar$ で実装、凡例は $plt.legend$ で実装した。

(文責: 中川明)

5.2.5 重回帰分析

オンライン、対面要因とテストスコアの要因が、どの程度結果を左右しているか調べるために2変数を用いた重回帰分析を行った。重回帰分析は、複数の独立変数を用いて1つの目的変数を予測するための解析の手法である。今回は、オンラインか、対面かという条件を1つ目、テストのスコアの結果を2つ目の独立変数として偏回帰係数を求めた。そして、このような重回帰分析を行なって得られた結果をグラフにした。被験者1人の脳波をθ帯・α帯・β帯に分類して、要因ごとt値

を表している。これにおいて、オンライン・オフライン要因の t 値はオンラインの脳波パワーが高いほど正の方向に大きくなり、テスト得点要因の t 値は、使用したテストの得点が高いほど正の方向に大きくなる。

以下がプログラムの解説である。`foriinrange(y.shape[1])` : で y の数だけ繰り返す。 $X = [OnorOff, MatomePoints, np.ones(y[:, i].shape[0])]$ は重回帰分析で使う変数を今回は3つ格納している。`model = sm.OLS(y[:, i], np.array(X).T)` と `results = model.fit()` 部分で最小二乗法によるモデリングを行った。最後に `tval1.append(results.tvalues[0])` と `tval2.append(results.tvalues[1])` でそれぞれの結果の t 値を格納した。

(文責: 中川明)

5.2.6 実験データの統合

実験データは4つに分かれており、それぞれ対面1回目、オンライン1回目、対面2回目、オンライン2回目となっていた。解析を進めていくうちにそれぞれのデータを解析するとサンプル数が足りないことがわかった。サンプル数が足りないと有意な差が出なかったり突出したデータが出て考察できなくなることがわかった。そのためサンプル数を増やすためにデータを統合した。具体的にはこれら4つのデータを対面1つとオンライン1つに合成した。図 5.8 は11月11日に行われた本実験のデータを統合したものである。

(文責: 中川明)

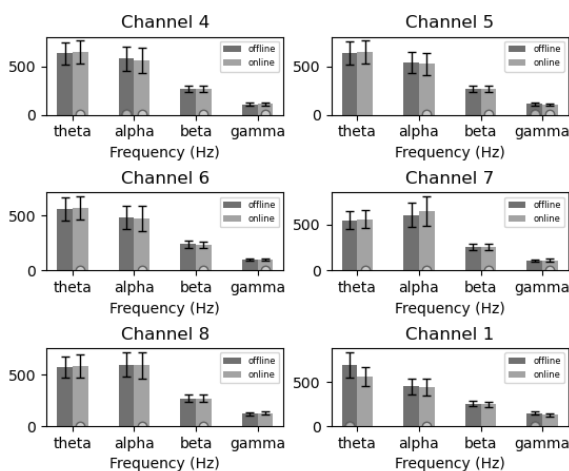


図 5.8 11月11日に行った本実験のデータ

5.2.7 頭部へのマッピング

解析で得た t 値のグラフは脳のどこの部位が対応しているかわかりづらかった。10-20 法を用いた電極位置、具体的には Cz、F3 などという名前がついていたが脳波の知識がない人にはひと目見ただけでは伝わらないという事に気がついた。そのため t 値のグラフを頭を模した図に計測した場所ごと配置することにした。図 5.9 は t 値のグラフを配置し有意な相関や t 値が高くなっている部分を示したものである。頭部を模した図は Python で出力した。これによってひと目で脳のどこの部位でどのような結果が得られたかを読み取ることができるようになった。これを最終のグラフの出力にし結果考察に移った。

頭部へのマッピングは OpenCV を利用した。OpenCV とは Open Source Computer Vision Library の略でオープンソースのライブラリである。これにはコンピュータで動画や画像を処理するために必要な様々な機能が実装されている。

(文責: 中川明)

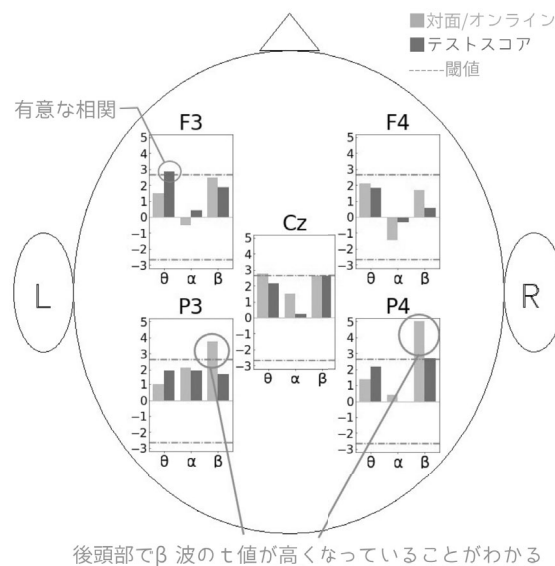


図 5.9 頭部へのマッピング

5.3 成果発表会

2020年12月4日に公立はこだて未来大学の各プロジェクトの報告用のサイトとZoom内での質疑応答で成果発表会が行われた。この成果発表会の実施にあたり、ポスター制作を担当するポスター班と、スライドを制作し10～15分の動画の収録を担当する動画班に分かれて準備を進めた。制作したポスターと動画は事前に閲覧・視聴してもらい、1回15分の質疑応答の時間を前半・後半それぞれ3回行った。この質疑応答では、最初にプロジェクトのテーマや結論といった概要を簡潔に話したのちに、ポスターや動画に関する質問を募った。発表の終了後には、閲覧者にgoogle formのアンケート機能を用いて発表技術や発表内容についての評価・コメントをしてもらい、得られたフィードバックから発表の振り返りを行って成果物の更なる改善に努めた。

(文責: 和田美央)

5.3.1 ポスター

1年を通じた活動全体を一覧できるA1サイズのポスターを1枚制作した(図5.10)。ポスターは、テーマと活動全体の概要、実験班と解析班それぞれの具体的な活動内容、そこから得られた結果と考察について一覧できるものを作成した。実験班の活動内容としては、実験の目的と実験を行うにあたっての準備や、実際の脳波測定の様子を紹介した。解析班の活動内容としては、得られた脳波のデータからどのような処理を行ってデータの特徴を抽出できるまで解析していったのかについてグラフを交えて説明した。結果・考察の欄では、実験班が実験で測定した脳波データを、解析班の作成したプログラムで解析したことによって得られた結論と、そこからの考察を記載した。このポスターを制作するにあたって特に工夫した点は、最終的な結論の根拠となる解析した脳波データをグラフにして可視化したことである。このグラフは、オンライン/オフライン要因とテストのスコアの2要因に対して行った重回帰分析の結果を、脳の部位ごとにそれぞれt値に変換してビジュアライズしたものである。これにグラフの見方について説明する文章を入れ、どこで何に対して有意な相関があったかを分かりやすくした。結論とそれに対する考察は、プロジェクト活動全体を通しての総括として最も伝えたいものであるため、このようなグラフを目立たせて配置することによってポスターを見るだけで活動の概要を理解してもらえよう工夫した。

(文責: 和田美央)



図 5.10 成果発表会ポスター

5.3.2 動画・スライド

前期の中間発表会で作成した動画と同じ方法で動画を作成することにした。後期の成果発表会では中間発表会で発表した内容と後期中に行ったことを全て発表することにした。動画の中では実験の前提、プロジェクトテーマ、脳波についての説明、全体の流れの説明、各班の概要や活動記録、そこから得られた結果、全体を通しての結果、考察についての順番で説明を行った。はじめに全体のアウトラインと班ごとのアウトラインを書き、そこからスライドを作成した。前回の発表会で使ったスライドと発表原稿を改変していくことで制作をスムーズに行うことができた。動画には後期での活動を含めるため、最初に前期の活動内容をまとめていった。そこから後期で行った活動を詳しくまとめていった。また中間発表会で受けた指摘から、文字が多いスライドではなく画像や図形を多く入れたスライドにすることで見やすく作成することができた。発表原稿は動画の時間を調整するために端的にわかりやすく作成することにした。新しく行った活動や活動をしていくにあたって変更をしたところなどは原因と考察をふまえて説明を行った。動画編集は1人で行うことで編集の偏りを無くすことができた。

(文責: 皆内春乃)

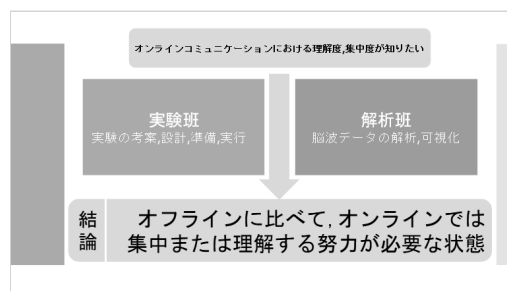


図 5.11 成果発表会スライド

5.3.3 質疑応答

質疑応答では、専門用語や技術的なことに関する質問と、結論・考察についての質問が多かった。また、結論についてのアドバイスもしていただいた。本項ではそれらの質問やアドバイスに対する反省点をまとめている。

専門用語・技術的なことについて

- 脳波を測定したとき、具体的にどのような形のデータとして出力されるのか。

結論・考察について

- 「オンラインでは対面の時と比べ、話を聞いて理解する過程でより大きく認知的な負荷がかかっていた」という結論は、どのような要因によって起こったと考えられるか。
- これらの結論を踏まえて、日常のオンライン会話で実践すると良いことはあるか。

専門用語や技術的なことに関する質問には、あらかじめ用意しておいたスライドの該当箇所を提示しながら答えた。ポスターや動画の容量上、全ての専門用語や技術的なことについて十分な説明ができなかったという懸念があったが、このような質問の場で説明することによって、プロジェクトの内容について足りない情報を補足することができた。

結論に対しての考察を深掘りするような質問も多かった。オンライン上で認知負荷がかかったことについては、話を聞く際のタイムラグや、オンライン環境の不慣れさが原因の1つではないかと考察し、返答した。また、日常的に実践できるオンライン上での集中力の上げ方に関しては、より良いオンライン環境の整備などが挙げられた。これらの質疑応答を経て、考察内容の改善点が明確化した。

(文責: 和田美央)

5.3.4 フィードバック

成果発表の終了後アンケート調査を行い、合計 37 名からの回答を集計した。その結果、発表技術についての平均評価点は 7.9 点 (標準偏差 1.58)、発表内容についての平均評価点は 8.1 点 (標準偏差 1.28) であった。本項では、そこで得られたコメントをいくつかピックアップし、発表を振り返っていく。

発表技術に関して

- 専門用語が多く動画を見るだけでは理解できない部分があった。
- 脳のどの機能がどのように分布しているかの説明や結果に関係しているかをまとめた図などがあればわかりやすいと思う。
- グラフや図を用いて、実験の目的、内容などをわかりやすくまとめていた。
- 概要を簡単に説明できているところが良かった。
- 数値解析であるが故に分かりにくい部分を考慮し、他のターンでの質問を紹介するなどして質問者が質問しやすいようにしていた。

脳や解析手法についての専門用語が多く、動画だけでは説明が理解しづらいという回答が一定数あった。そのようなコメントを受けて、聞く人にとって分かりやすいように大事な用語はその都度簡単な説明を加えるなどの工夫が必要だったと感じた。グラフや図を多く用いた部分については、分かりやすかったという意見が多かった。また、質疑応答の時間では、質問が特になく他の時間帯でされた質問の紹介やその回答、結論の根拠となるグラフの見方を説明することで内容をより理解してもらい質問しやすい環境を作ることができた。

発表内容に関して

- 最近の Zoom 学習に用いられる発表で面白い題材だった。
- オンラインとオフラインにおける学習のしやすさの違いはコロナ禍の現状に非常にマッチしており、オンラインのほうが学習者の努力が必要だという結論は興味深かった。
- オンライン上と対面でのテストの点数の差が出るような実験ができれば良いと思った。
- 数分のテストではなく、90 分間の脳波の差. などがとれれば興味深い。
- 理解度の測定を行ったことで活用できることについてなにかあると良いと感じた。

発表内容については、オンライン/オフライン条件での集中度の測定というテーマそのものに対して興味深いという感想のコメントが多かった。また、実験のデザインに対する意見もいくつか見られた。今回は数分間の脳波の測定に留まったが、より長時間の測定によってオンライン授業に役立つような知見を得られると感じた。これらの意見を参考にして、日常でのオンライン上のコミュニケーションに活用できるようなことまで考察を発展させていきたい。

(文責: 和田美央)

第 6 章 考察

6.1 結果の要約

6.1.1 実験班の結果

解析班に提出するための本実験 5 回分の実験の脳波データを得た。また、オンライン上と対面での各実験にて使用したテストの得点やそれらの難易度等のデータから得られたそれぞれの「まとめ値」を理解度の指標として算出した。これらの値は、オンライン上と対面での優位差はなかった ($P = x^t$)。さらに、実験中に計測した脳波データのタイムテーブルを記録した表を制作し、脳波計測時にテストに取り組んでいない時間を切り取り、より正確に問題聞き取り時・テスト回答時の脳波データを切り取ることができるようにした。

(文責: 榊原健生)

6.1.2 解析班の結果

被験者 5 名のデータの解析により得られた頭部マッピングのグラフより、左前頭部の θ 帯のテスト要因、正中中心部の θ 帯のオンライン/オフライン要因、左後頭部の β 帯のオンライン/オフライン要因、右後頭部の β 帯の両要因に有意な差が見られることが確認できた。これにおいて、オンライン/オフライン要因の t 値はオンラインの脳波パワーが大きいほど正の方向に大きくなり、テスト得点要因の t 値は、使用したテストの得点が高いほど正の方向に大きくなる。今回の場合は、どの β 帯の t 値も正の値をとっていたため、オンライン条件でのパワーが大きかったといえる。

(文責: 榊原健生)

6.2 考察

今回の活動の結果から、「オンライン条件において、集中、または認知努力が必要な状態にあった」と考察した。まず、実験で使用したテストの得点に関して、個人毎のオンライン/オフライン条件における標準化得点の平均値の差をサンプルとしてt検定を行ったが、それぞれのテストにおいて、有意差はなかった。このテストは、講義形式のコミュニケーションにおける理解度を図るテストとして制作したものであるため、オンライン/オフライン条件での最終的なテストに対する理解の度合いが変わらないことを示していると考ええる。また、実験におけるテスト問題聞き取り時と回答時の脳波のデータを解析した結果のグラフより、左後頭部のβ帯のオンライン/オフライン要因、右後頭部のβ帯の両要因に有意な差が確認できたが、脳波におけるβ帯のパワーは、活発な思考や集中の際に増大することが知られており、本実験においても同様の脳活動があったと考えられる。これにおいて、今回はt値がオンライン条件のパワーが高いことを示していたため、オンライン条件下において、これらの脳活動がより活発になっていたことが示唆される。これらのことから、オンライン条件でのテストにおいて、オフライン条件よりも問題を認識するプロセスや理解するプロセスにおいてなんらかの弊害が生じ、認識努力を必要としたためオンラインでの後頭部β帯のパワーが上昇した、ということが示唆される、と考察した。

これにおいて、オンライン条件において認知努力が必要になったと考えられる理由に関しても考察した。今回の結果では、脳波のうちのβ帯のパワーが高いということが示された。β波は、外的注意を向けた際にも検出されることが知られているが、これについて、オンラインでの課題において何らかの要因がβ波に影響を与えたと考える。まず要因として考えられるのが、画面と音声のタイムラグである。当然、対面でのコミュニケーションにおいては、外見と音声のずれは生じないが、オンラインでは少なからずずれが生じることがある。また、音声の聴き取りづらさ、画面の見づらさなども要因に挙げられる可能性がある。これは、実験後の被験者への聞き取りにおける、「オンライン条件のほうが疲労感があった」「オンライン条件はやりづらかった」などの意見が示しているだろう。しかし、今回の実験においては、これらの要因に関して断定できるような要素を含めていなかったため、この要因を断定するためには被験者への実験後アンケートや、脳波以外のさらなる情報が必要であろう。これらを踏まえ、最終的に、「ここまで挙げたような要因、または観測されていない諸要因によって、オンライン条件での課題における認知的負荷が上がり、認知努力を必要とした」という考察とする。

(文責: 榊原健生)

第7章 今後の課題と展望

今回の結果から、「オンラインでの課題のほうが認知的負荷がかかり、認知努力が必要な状態であった」と結論付けた。これは、私たちが身の回りで体験するようなオンラインコミュニケーションでの体験を裏付けるような結果であると考えられる。というのも、このような授業形態が導入され、大半の授業がオンライン授業となってから、周囲から授業に対する精神的疲労やモチベーションの低下などの声をよく聞くようになった。本来対面で行ってしかるべきであるコミュニケーション科目の成績や単位取得率も下がっていると聞く。主観的な事例としても、オンライン授業での物事を理解することの難しさや、オンラインでのコミュニケーション特有の疲労感というものは体感している。

今回の結果は、こういった問題の根本的な原因を特定、解決する糸口になる可能性があると考えている。具体的に考えられる今後の展開としては、オンライン講義のどのような要素が脳の理解プロセスに影響を与えているのか、またそれがどのように身体に作用しているかなどの研究や、それらの要素を解決するためのアプリケーションシステムやハードウェアの開発などがあげられるであろう。しかし、今回のプロジェクト活動では、これらも活動内容の一環としてあったものの、時間的制約や知識不足などで手を付けるに至らなかった。そのため、この分野の今後のさらなる研究に期待したい。

また、今回の活動の実験では、被験者が不安定な状態であったり、実験プロセスの遂行がスムーズにいかなかった部分もあり、解析においても、解析プログラムの係数や変数の値や眼球運動低減のメソッドの考察が不十分であったと思われる部分があった。また、結果考察においても、被験者数の少なさや、実験要素の多様性の無さなど、改善点が数多く見受けられた。また、考察に関しても、どうしてこのような結果になったのか、という結果の要因に関しての情報が少なく、要因に対する考察がしにくくなってしまった。そのため、これらの部分に関しては来年度以降の活動への参考となるようにアドバイス等を資料として残していきたいと思う。これからの社会活動は、今後一層オンライン化し、様々な問題が顕在化してくることが考えられる。しかし、こういった問題の解決が、科学技術の発展、そして人類に差し迫っている問題を解決することにつながると確信している。

(文責: 榊原健生)

第 8 章 インターワーキング

8.1 榊原健生

今回のプロジェクトにおいて、私が担った役割としては、プロジェクトリーダーとしての役割と、解析班メンバーとしての役割、そして資料制作の役割というものがあげられる。まずはプロジェクトリーダーとしての役割と行ってきた仕事について解説していく。プロジェクト開始当初、当たり前であるがプロジェクトリーダーというものは決まっていなかった。しかし、プロジェクト活動を始めるにあたって様々なことを決める必要があった。プロジェクトの進行方針、研究テーマ、役割分担、週報係や役職などを話し合いで決める必要があり、リーダー決めもこれに含まれていた。私は、これらの話し合いを率先して進行し、リーダーの役職に自推した。また、この時点で二班に分かれての活動を提案し、今後の活動を円滑に進められるようにした。プロジェクト活動が本格的に始動した後は、主に全体司会進行、仕事の割り当て、進捗管理を行った。全体司会進行としては、毎回のプロジェクト活動の各班の仕事の確認や活動内容、進捗のまとめなどを行った。仕事の割り当てとしては、各プロジェクトメンバーの仕事の進捗を鑑みて、その日にやる仕事量や内容を割り当てるということをした。進捗管理としては、残り活動期間や成果までに必要な仕事量、発表会や報告書の制作などの要素を踏まえて、どのようなことをいつまでにこなせばいいのか、ということを考え、活動に反映した。この仕事が一番難しく、やらなければいけないことの設定も手探りであったため、メンバーの力も大きく借りることとなったが、なんとか期間内に成果を出すことができた。次に、解析班としての役割について記述していく。解析班としての仕事は主に一つだけで、プログラムの構築とその運用であった。まず、過去のプロジェクトで使用したプログラムを参考に、別の言語でプログラムを制作した。これにおいて、解析班は4人で同時進行で進め、それぞれわからないところを指摘しあったり、勉強を進めたりといった形で活動を行った。また、必要になったプログラムを、独自に調べ構築するといった仕事もこなした。この仕事は、プロジェクト内では最終成果物を出力する役割を持っていて、非常に重要な仕事であった。最後に、資料制作の役割であるが、これは前期末、後期末の成果発表会と、報告書作成の仕事にあたる。前期・後期の成果発表会では、制作全体の指揮を執り、制作の中心としての役割を持った。また、動画制作班の1人として発表動画用の原稿とスライドを制作した。また、前期後期ともにスライドと原稿の音声を使用して、プロジェクト紹介動画を作成した。動画は10-15分程度で、この時間内で伝えたいことをわかりやすく伝えられるよう尽力した。このような各種役割を持って、プロジェクトへ貢献するために活動した。

(文責: 榊原健生)

8.2 和田美央

私が本プロジェクトでの活動において話し合いの場で特に意識して行っていたことは、積極的な情報の共有や、次にやるべきことの提案や必要書類の提出期限の連絡である。プロジェクトの大部分がオンライン上で行われたため、メンバー個々の今の状況が掴みにくく、進行状況が分かりづらいうという問題を活動当初から感じていた。また、解析班と実験班にわかれて活動していた期間が長かったため、グループ間でお互いが何をしているのか分からない、という状況にもなりやすかった。その解決策として、自分の作業進捗の報告を逐一行うよう心がけ、メンバーにも進み具合を聞くようにしていた。グループ間でも、1日の活動の最後にお互いに今日行った作業の報告を行うように促した。議論の場で話が停滞している際には、積極的に提案することでプロジェクトとしての進行を補助した。その他にも、成果発表や学期末においては、必要な提出物とその提出期限を事前に把握することに努め、授業時間中にスムーズな進行ができるように補助を行った。

また、具体的な活動内容としては、解析班の一員として脳波解析のためのプログラムの作成に携わった。そこで Python でプログラムを書くにあたって必要な知識や、脳科学的な解析の手法について学ぶことができた。解析について不明な点は、教授に講義をしていただいたり、チームメンバーに助言を求めるなどして理解することに努めた。また、それらで得られた知識はメンバー間で共有するように意識した。

その他に、中間発表会と成果発表のための準備においてはポスター制作を担当した。ポスターを制作するにあたっては、大体的な内容やレイアウトを決め早めに全体を完成させることによって、残り時間に教員から添削とアドバイスをもらいながら徐々に良いものに仕上げることができた。特に、結論やその根拠となるグラフ、考察などプロジェクトの成果として最も重要な部分が一目で伝わるように、ビジュアル面での手直しを多くした。

(文責: 和田美央)

8.3 中川明

このプロジェクトを通して意識したことはコミュニケーションの円滑さである。今回のプロジェクトはコロナ禍ということもあり顔が見えない中で Zoom を介したコミュニケーションが中心になった。そのため最初期はコミュニケーションがスムーズに行かないことが多かった。自分がやりたい仕事を主張することができないこともあった。プロジェクトの回数を重ねるうちに自分がどのような役割を果たすべきかを考え行動することができるようになった。話し合いを重ね、最終的には質の高いコミュニケーションを実現できるようになった。

役割分担を行う中で私はグループ週報を書く役割を担う事になった。グループ週報を正確に書くには毎週それぞれの班がどのようなことをどのくらい行ったのかをしっかりと把握する必要がある。そのため私は各班の報告をしっかりとメモし記録した。そうすることによって毎週グループ週報を正確に書くことができた。加えて後から見直して何を行っていたかわかるようにすることができた。

また中間発表のときには不慣れながらも司会進行を努めた。司会を行うときにメンバーにうまく質問を振り分けることができないことがあった。しかし、普段行わないような新しいことに挑戦でき成長することができた。

解析班の活動の中ではわからないことを積極的に調べ、有用だと思われる情報をグループメンバーに共有することを意識した。それによって解析の知識を深めるとともにグループメンバーとの連携がうまくできるようになった。うまくいったことばかりでは無かったが1年間プロジェクトで活動した経験は今後卒業研究などに役に立つであろう。

(文責: 中川明)

8.4 大山拓馬

私は本プロジェクトにて脳波の解析プログラムの作成を主に行った。

まず、私は脳科学概説の講義を聞き学んだ。そこでは、脳科学、脳の構造、大脳、ニューロン、シナプス、研究手法、感覚、知覚、物体認知、運動、学習、記憶、情動、言語、注意、意識、実行系、社会性、心の理論、自と他、視床下部、自律神経系、発生、発達、進化、脳科学応用、BMIについて学んだ。次に、講義で興味を持ったBMIの文献を調べてプロジェクトメンバーで発表した。そして、プロジェクトのテーマについて話し合った。話し合いでは、論文や文献を調べ、意見を出すことが出来た。その結果、オンラインでの授業における理解度に関する脳波の特徴を検出することとした。

私たちはプロジェクトを解析班と実験班に分け、私は解析班として活動した。解析班で解析プログラムについて話し合いPythonで作成することにした。最初に、担当の教員からMATLABの解析プログラムを頂き、そのプログラムをPythonのプログラムに書き換えることをした。私は解析班で活動し始めた時はPythonもMATLABも触ったことがなく初心者だったので基礎的なことを勉強するところから始まった。授業の時間外で基礎知識を勉強し、難しくてわからなかったことを授業で解析班のメンバーと話し合いPythonとMATLABの理解を深め、頂いたプログラムを書き換えていった。IIRバンドパスフィルタを実装する時は、複数回の授業中にネットで調べ、解析班のメンバーと話し合ったが実装することが出来なかった。しかし、私は授業外でも考え、調べ、試行錯誤する中で実装することができ解析プログラム作成を一步進めることができた。時間に余裕があるときには必要になりそうなグラフをプロットしたり、知っている役立つデータを書きだしておいた。このように、授業中でももちろんのことですが、授業外でも意欲的に勉強や解析プログラム作成に取り組み解析班に大きく貢献することができた。しかし、プログラム作成途中でエラーが出た時の解析班の話し合いで自分の意見をいうと話が発展すると思えた時があったが、発言することが出来ず一人で作業を進めていき上手く協力してすることが出来なかった。自分が作業をしていて集中を他の方に向けたくない時でも協力して進めていくべきだったと思った。また、オンラインで話し合いをするときに、発言が被ってしまうことが多く、しり込みをしてしまっていたので失敗を恐れずに話すべきだと思った。後期で、対面で顔を合わせながら話しているときは解析班のメンバーと十分に話すことが出来たのでオンラインでの話し合いに慣れるべきだと思った。

中間、成果発表会では、どちらも動画の制作を担当した。スライドの制作ではグラフを見やすくしたり、グラフを多くしたりするなどのデザインにこだわった。動画の音声を録音するときは聴き手の人が聞きやすいように気を付けた。聴き手が理解しやすいような動画になるように制作した。

(文責: 大山拓馬)

8.5 皆内春乃

私が本プロジェクトを行うにあたって気を付けていた点はグループ間でのコミュニケーションと多くの人の意見を傾聴することである。私が果たした主な役割としては実験班での実験計画や実行、データの打ち込みとなる。発表動画の作成も協力して行った。グループ間でのコミュニケーションは最初のころ上手く行うことができなかった。テーマや次回までに何を行うのかに対しても意見があまり出ず、意見交換をすることも難しかった。そのため私はテーマ決めの時に多くの意見を取り入れていきたいと強く思った。テーマ決めの際にメンバーの意見を書き留めて、意見の利点と欠点を探し、ベースとなるものがどのくらい一緒かを探していった。こうして周りの意見を組み入れながら様々な提案や検討を重ねることができたと感じている。テーマを決めてからの班に分かれての行動では変化が見られるであろう電極の場所の提案や実験を行うにあたっての注意点、計画を行った際に起こるかもしれないことを考えて、計画の見直しを行ったりするようにした。実験を行う時は問題の読み手としてプロジェクトに貢献することができた。発表動画の作成の際には班で行ったことの記入はもちろん、スライドの書き方の様式などを揃えていくことも気を付けた。原稿の作成ではスライドに書いてある説明に加えて細かい条件なども書き込み動画を見ただけでもわかってもらえるように努力した。動画音声を取るときは聞き取りやすいように間をおいてはっきり言葉を発するようにした。こうしてメンバーと円滑にプロジェクトを進めることができたのはテーマ決めにしっかり取り組んでいたからだとは私は感じている。一人の意見ではなく、多くの意見を取り込んで作られたテーマはメンバー全員の研究に対する意識を高め、より良いものにしようとする傾向にあると改めて知ることができた。ここでの経験が卒業研究はもちろんのこと、社会に出てからも生かしていきたいと考えている。

(文責: 皆内春乃)

8.6 岩崎康平

プロジェクトの目標に対し最終成果物を作成するまでの過程において、私は実験計画や、実験の情報収集、得られたデータの統計的処理など、脳波測定実験に関わる多くの活動においてチームを主導し、実験チームが円滑に機能するための努力を怠らなかった。特に、どうすれば生徒間や生徒教授間のコミュニケーション(プロジェクト活動)が円滑に進むかを考え、その円滑な進行に意欲的に取り組んだ。実験計画において教授に教えを請う際には、率先してコンタクトを取るようにし、失礼のないように最大限の配慮を行い、素早い対応ができるように心がけた。また、実験では、被験者の個人情報も扱うので、情報のやり取りにはホワイトリスト式のチャットルームや個人メールを用いるなど、情報の取り扱いには細心の注意を払い、それを周囲にも促した。生徒間のコミュニケーションでは、何もすることがないということがないように、その日毎にやるべきことを明確にし、各人に仕事を与えることで、有意義な時間の使い方ができるように配慮した。しかしながら、今期は全体の6割強がオンライン形式での活動であったことなどから、進捗状況の確認などが滞り、予定通りに活動が進まずに時間外での活動を余儀なくされることも多く、この点は反省するところでもあった。成果発表のための準備では、プロジェクトの概要を説明するポスターの作成を担当した。ポスター作成では、特に伝えたいことを中心に据え、その周りに付加情報を加えていくというポスターの全体像を把握し、時間の余裕を持って作成にあたることで、有意義な時間の使い方ができるよう目指した。この経験は後の卒業研究にも繋がるような良い経験であったと考える。

(文責: 岩崎康平)

8.7 藤田碧海

本プロジェクトでは、はじめに脳科学についての知識を学んだ。具体的には、脳の構造、脳波をはじめとした脳活動の計測手段、脳の機能などを学んだ。次に、本プロジェクトの実験で使用する脳波計とその使い方について、教員による実演を交えながら学んだ。また、脳波を解析する手法についても学んだ。これらのことを踏まえてプロジェクトメンバーと話し合い、プロジェクトテーマを決めた。

実験班と解析班に分かれてからは実験班として活動した。はじめに、プロジェクトの目標を達成するためにどのような実験を行えばよいかを班員と話し合い、実験の計画を固めていった。実験の計画がある程度決まったあたりで予備実験を行うことになり、班員が知らなそうな小説から4つ選び、読み上げ時間が1分程度になるように抜粋して原稿を作成した。この原稿を用いて予備実験1を行い、ほかの班員が作成した原稿についての問題にも回答して、各自で自分の問題への回答を採点した。その結果を加味して本実験で使用する原稿とテストについて検討した。本実験では主に脳波計の電極設置や計測の開始時と終了時の操作、実験風景の動画撮影などを行った。オンライン実験では1回目と2回目に参加し、1回目は1回目に参加する被験者への事前連絡や当日の書類周りの作業、2回目は当日の実験の進行を行った。また、予備実験とオンライン実験で得られたテストのスコアから、各本実験のスコアからまとめ値を算出する Excel シートを作成した。同時に本実験3、4、5で撮影した動画をもとに各脳波データに対応したタイムスタンプを作成した。

中間発表会ではポスター作製と実験班の活動に関する質問への返答を行った。成果発表会ではプロジェクト活動の紹介動画で用いる説明スライドの作成や原稿の作成・朗読と Zoom での質疑応答の進行役を担当した。プロジェクト活動は主に Zoom を用いて行ったが、特に前期では発言が少なかつたため、話し合いの場で積極的に意見を出せるように努力するべきだと感じた。また、予備実験で使用する問題の作成が間に合わず班員に迷惑をかけたことがあったため、タスク管理を適切に行えるような努力も必要だと感じた。

(文責: 藤田碧海)

参考文献

- [1] 脳波検査, 日本赤十字社 姫路赤十字病院, 閲覧日 2021-1-8, <http://himeji.jrc.or.jp/category/department/kensabu/nouha.html>
- [2] 2 人の間の発話リズムがそろると、脳波リズムもそろうことを発見, 理化学研究所, 閲覧日 2020-12-23, https://www.riken.jp/press/2013/20130422_2/index.html
- [3] Valence-Arousal Analyzer, 電通サイエンスジャム, 閲覧日 2020-12-23, <https://www.dentsusciencesjam.com/VAA/>
- [4] 学校に関する状況調査、取組事例等, 文部科学省, 閲覧日 2020-12-23, https://www.mext.go.jp/a_menu/coronavirus/mext_00007.html
- [5] Scholarpedia electroencephalogram, 閲覧日 2021-1-6, <http://www.scholarpedia.org/article/Electroencephalogram>
- [6] 脳波の分類, 脳波の手習いシリーズ, 閲覧日 2021-1-20, https://naraamt.or.jp/Academic/kensyuukai/2005/kirei/nouha_normal/nouha_normal.html
- [7] 大脳皮質のおはなし, Akira magazine, 閲覧日 2021-1-6, https://akira3132.info/cerebral_cortex.html
- [8] 白質, 脳科学辞典, 閲覧日 2021-1-6, <https://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E7%99%BD%E8%B3%AA>
- [9] 小脳, 脳科学辞典, 閲覧日 2021-1-6, <https://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E5%B0%8F%E8%84%B3>
- [10] 脳幹はどんな働きをしているの?, 看護 roo!, 閲覧日 2021-1-6, <https://www.kango-roo.com/learning/3723/>
- [11] 間脳のおはなし, Akira Magazine, 閲覧日 2021-1-6, <https://akira3132.info/diencephalon.html>
- [12] 嘉戸直樹, 大脳基底核の機能, 関西理学, 5: 73–75, (2005)
- [13] 飯島敏夫, 海馬の神経回路とその機能, 電子技術総合研究所, Vol. 31 No. 5 (1991)
- [14] 川村光毅, 扁桃体の構成と機能, 臨床精神医学 36 817-828 (2007)
- [15] python: <https://www.python.org/>
- [16] python SciPy: <https://www.scipy.org/>
- [17] python NumPy: <http://numpy.org/>
- [18] マイナビニュース: <https://news.mynavi.jp/>
- [19] 青空文庫: <https://www.aozora.gr.jp/>

付録 A 活用した講義

- 脳科学概説 (2020.5.22)
- 脳波概説 (2020.5.27)

付録 B その他製作物

B.1 本実験の計画書

- 実験方法:

<https://slack-files.com/T013XECMQP7-F0167SG4MJ9-b322202f0f>

B.2 実験使用テスト

試験問題1

再認試験

問1

次の文章のうち、読み上げたニュースの内容として正しいものに○を、正しくないものに×をつけなさい。【番号】は、問2の答えと同じである。

- (1)【2】とは、偽造品制作の補助をした個人や業者を特定して法的責任を追及する組織のことである。
- (2)【2】発足は、新たに本格的な法的対応に乗り出し、偽造品対策を強化するのがねらいである。
- (3)【2】は、米国でサイバー犯罪や組織犯罪の捜査を担った元検察官や元捜査官、データアナリストなどで構成されている。
- (4)【2】は、日本など【1】がサービスを展開する全10の国と地域を対象にしている。
- (5)【2】は、データを分析してサービス利用者のアクセス履歴を特定したりすることが主な仕事である。

問2

次の文章が完成するように、以下の語群から適切な単語を選びなさい。

【1】は24日、【2】を発足させたと発表しました。【3】を巡っては偽造品販売の被害が絶えず、各国の捜査当局と協力して【4】の追及にも踏み込みます。被害を受けた会社と協力して【5】を起こしたりすることにもなります。

語群:アマゾン,民事責任,刑事訴訟,ネット販売,偽造品犯罪対策本部,刑事責任,オンライン取引,アマゾネス,偽造品犯罪対策チーム,民事訴訟

再認

次の文について○か×か選びなさい

- (1)機能の追加は会社での社員同士のつながりを保つためである
- (2)モバイル版以外にも機能拡張を予定している
- (3)ツールは「Microsoft 365」に含まれているサービスである
- (4)業務以外でも個人用アカウントでやりとりすることができる
- (5)ツールはMicrosoftのサービスと連携させることができる

【】の中に当てはまる語句を選びなさい

【A】は6月23日、コラボレーションツール「Teams」に、新しく友人や家族とのつながりを保つ個人向け機能を追加したモバイル版プレビューの提供を開始した。一般提供と【B】版、ウェブ版への機能拡張は今年後半を予定している。

Teamsは「Microsoft 365」に含まれるコラボレーションツールで、これまで【C】ツールとして提供してきた。

そこで今回、Teamsのモバイル版プレビューに、友人や家族とのやり取りにも利用できるよう【D】機能を追加し、個人利用向けのTeamsとして提供する。業務以外でも個人用アカウントで友人や家族とTeamsでやりとりができ、Teamsをハブとして【E】内のサービスを連携させて利用することもできる。

A Microsoft Google Apple タブレット B デスクトップ アプリ 会社用 C 業務用 個人用
対話 スケジュール D コミュニケーション Office365 E Microsoft 365 Adobe

再認

次の文について○か×か選びなさい

- (1)大型商業施設の混雑状況を確認するためにアップデートを行った
- (2)Google マップにも機能の追加が予定されている
- (3)これまではスーパーや薬局のみ確認ができた
- (4)今回のアップデートでは約 3000 件の施設が確認できるようになった
- (5)混雑状況は 1 時間ごとに確認することができる

【】の中に当てはまる語句を選びなさい

【A】は 6 月 19 日、iOS 版 / Android 版アプリ「Yahoo! MAP」に、ショッピングモールをはじめとする大型商業施設などの周辺の混雑状況を確認できるようにした。この機能は、Web ブラウザーで利用できる「【B】」においても 6 月 30 日より提供を開始する予定。

Yahoo! MAP では、これまでスーパーや薬局などの【C】の混雑状況を確認できる機能を提供してきた。そこで今回のアップデートで、全国約 2,000 件の【D】をはじめとする大型商業施設 / 動物園 / 水族館などの行楽施設周辺の混雑状況が確認できるようになった。混雑状況は、「曜日ごとの混雑傾向」を棒グラフで、「当日の混雑実績」を【E】グラフで 1 時間ごとに表示できる。

Google A Yahoo! Bing 航空写真 B Yahoo!検索 地図機能 店舗内 店舗経路 C 店舗周辺
 娯楽施設 D ショッピングモール テーマパーク E 折れ線グラフ F グラフ 棒グラフ

試験問題 4

再認試験

問 1

次の文章のうち、読み上げたニュースの内容として正しいものに○を、正しくないものに×をつけなさい。【番号】は、問2の答えと同じである。

- (1)【1】が【3】に移行する可能性があるのは、政府による経営支援策が【2】で承認されなかった場合である。
- (2)株主たちは政府の経営支援に反対している。
- (3)【2】は Zoom を用いてオンライン上で行われる。
- (4)【1】が【4】に陥った理由は、新型コロナウイルスの感染拡大の影響である。
- (5)ドイツ政府の支援策には政府が【1】の損失の 20%を補償することが含まれている。

問 2

次の文章が完成するように、以下の語群から適切な単語を選びなさい。

ドイツ航空大手【1】グループは 17 日、今月 25 日に開催する【2】で、【3】に移行する可能性があると発表しました。同社は株主に対し、【2】への積極的な参加を呼びかけています。【4】に陥った【1】に対して、ドイツ政府は 5 月下旬に計 90 億ユーロ（約 1 兆円）の支援を決めていました。政府の支援策には政府側から 2 人を【5】に送ることも含まれています。

語群:ルフトハンザ, 監察役会, 経営難, 法的整理, 破産手続, 臨時株主総会, プチヨハンザ, 主要, 株主総会, 監査役会, 財政難

B.3 構築プログラム

- 安静閉眼時脳波データ解析用プログラム:
<https://slack-files.com/T013XECMQP7-F0163GV4V98-afea2cc3be>
- 脳波解析用・グラフプロット用プログラム:
<https://slack-files.com/T013XECMQP7-F01HUADSRMM-3246e4bcf2>
- データ統合用プログラム:
<https://slack-files.com/T013XECMQP7-F01HUAN68KH-0076da3109>