

公立はこだて未来大学 2014 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2014 System Information Science Practice  
Group Report

プロジェクト名

ゲーム・デ・エデュケーション

**Project Name**

Game De Education

グループ名

脳波グループ

**Group Name**

Brain Waves Group

プロジェクト番号/**Project No.**

12-A

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

1012075 茶谷浩基 Hiroki Chaya

グループリーダー/**Group Leader**

1012091 草島将太 Shota Kusajima

グループメンバ/**Group Member**

1012026 加藤大士 Taishi Kato

1012042 若林沙弥 Saya Wakabayashi

1012091 草島将太 Shota Kusajima

1012119 日野間緑 Midori Hinoma

1012145 山内保奈見 Honami Yamauchi

指導教員

角薫 ドミニク・バゲンダ・カスツジャ

**Advisor**

Kaoru Sumi Dominic Bagenda Kasujja

提出日

2015 年 1 月 14 日

**Date of Submission**

January 14, 2015

## 概要

本プロジェクトは、ブレイン・マシン・インタフェースやジェスチャ・インタフェース、そして iPad を用いること、さらに、教育の場にゲームを取り入れることによって、衛生教育や小学生を中心とした子どもたちに対しての新しい学習を提供するために、これらの機器を利用したゲームやアプリケーションを企画・開発することを目的としている。ブレイン・マシン・インタフェースやジェスチャ・インタフェースといった機器を用いることにより、人間の感情や非言語情報を取得することができ、明示的にはわからないユーザーの情報を得ることができる。また、ゲームは子どもたちを惹きつけ、言語や文化を問わず学習の理解を促すことができる。本プロジェクトでは、これらの技術を応用し、教育の場に役立ち、興味を持ってもらえるようなゲームやアプリケーションを企画・開発する。私たちのグループは、物事を考えているときの脳波や表情、顔の表面の筋肉の動きの変化などを捉え、感情などといった情報を得ることができる機器を利用して、実際に考えるだけで操作することができるゲームを開発することと、感情認識による個人に合わせた理解力の促進の支援や、ユーザの不快感を表面化させ利用する技術を考案し、企業などで利用できるアプリケーションを開発することを目指す。また、最新の科学技術に触れてもらうことにより、科学の分野に対して興味を持ってもらうことを目的とする。前期では、脳波とそれを利用するためのデバイスに関する調査を行い、どのようなゲームやアプリケーションを開発することができるかをグループで話し合った。そして、実際に脳波デバイスをつけて操作することができるゲームを Unity を用いて開発した。函館学やプロジェクトの中間発表では、研究内容についての発表を行うと同時に、開発したゲームのデモンストレーションを行った。夏季休暇中の活動としては、東京アカデミーキャンプのワークショップに参加し、子どもたちに開発したゲームを体験してもらった。後期は、引き続きゲームの開発を行い、赤川小学校での体験授業で開発したゲームを体験してもらった。また、感情認識についての調査を行い、企業で利用することのできるアプリケーションを考案した。

キーワード 教育, ゲーム, 脳波

(※文責: 草島将太)

# Abstract

Our project intends to plan and develop games and applications in order to provide new learning and health education. We focused on brain machine, gesture interfaces and iPad. It is possible to obtain human emotion and a non-verbal information by using devices such as brain machine interface or gesture interface. Also, games can be used to attract children and to facilitate the understanding of the learning regardless of the language and culture. In this project, we apply these technologies and develop games or applications which are useful in the field of education. Our group aims to develop games which can be operated by only thinking by using a device which perceive the brain waves, expressions and muscle movement of the surface of user's face and can get some information such as emotion. And we examine support the promotion of individualized comprehension by emotion recognition and technologies to be used to the surface of the user's discomfort because we aim to develop an application which is able to be utilized in enterprise. We also hope to create interest in science by hands-on experience of the latest science. We conducted a survey on the device in order to use it with brain waves and talked in the group whether it is possible to develop games or applications. And, we have developed three games that can be operated with a brain wave device using Unity. In Hakodate-Gaku and midterm reporting, we have shown about research contents and have demonstrated the games developed us. As activity during summer vacation, we have taken part in a workshop of Tokyo academy camp and have had children to experience the games. In the late stage, we have developed games and have students to experience the games. Also, we have investigated about emotion recognition and have contrived an application which is able to be utilized in enterprise.

**Keyword** education, game, brain waves

(※文責: 草島将太)

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	背景 . . . . .	1
1.2	目的 . . . . .	1
1.3	従来例 . . . . .	2
1.4	従来の問題点 . . . . .	2
1.5	課題 . . . . .	2
<b>第 2 章</b>	<b>プロジェクト学習の概要</b>	<b>3</b>
2.1	問題の設定 . . . . .	3
2.2	課題の設定 . . . . .	4
2.2.1	前期 . . . . .	4
2.2.2	後期 . . . . .	5
2.3	到達目標 . . . . .	6
2.4	課題の割り当て . . . . .	7
2.4.1	加藤大士 . . . . .	7
2.4.2	草島将太 . . . . .	7
2.4.3	日野間緑 . . . . .	8
2.4.4	山内保奈見 . . . . .	8
2.4.5	若林沙弥 . . . . .	8
<b>第 3 章</b>	<b>課題解決のプロセス</b>	<b>10</b>
3.1	課題解決の方法 . . . . .	10
3.2	製作物 . . . . .	11
3.2.1	スペースゲーム . . . . .	12
3.2.2	迷路ゲーム . . . . .	13
3.2.3	ミッションゲーム . . . . .	15
3.2.4	英単語クイズゲーム . . . . .	17
3.2.5	仕事場の席配置のためのアプリケーション . . . . .	19
<b>第 4 章</b>	<b>製作物の提供</b>	<b>23</b>
4.1	函館学 . . . . .	23
4.1.1	準備 . . . . .	23
4.1.2	結果 . . . . .	24
4.1.3	改善点 . . . . .	24
4.2	東京アカデミーキャンプ . . . . .	24
4.2.1	準備 . . . . .	25
4.2.2	結果 . . . . .	25
4.2.3	改善点 . . . . .	27

4.3	赤川小学校での体験授業	27
4.3.1	準備	28
4.3.2	結果	28
4.3.3	改善点	28
<b>第5章</b>	<b>中間発表, 最終発表</b>	<b>30</b>
5.1	中間発表	30
5.1.1	発表準備	30
5.1.2	結果	30
5.1.3	反省点	31
5.2	最終発表	31
5.2.1	発表準備	31
5.2.2	結果	32
5.2.3	反省点	32
<b>第6章</b>	<b>まとめ</b>	<b>34</b>
6.1	プロジェクトの成果	34
6.1.1	前期	34
6.1.2	後期	35
6.2	改善点	36
6.2.1	前期	36
6.2.2	後期	37
6.3	今後の展望	38
	参考文献	<b>39</b>

# 第 1 章 はじめに

## 1.1 背景

現在の学校における教育は、先生が教壇に立って黒板に大事なことを書き、生徒がそれをノートに写す、あるいは紙とペンを使ってひたすら問題を解く、といったように、あまりおもしろみのない単調な授業となりがちである。それは勉強の分野だけでなく、生活面に関することでも、先生や親から教わるだけで、しっかりと身につくとは限らない。そこで私たちは、もっと効果的な方法で教育を行うことができないかと考え、ゲームを用いて教育を行うことを提案した。ゲームを用いた教育は、人々の興味を引き、印象に残りやすいと私たちは考えている。また現在でも、デジタルゲームによる学習は、企業や学校などの機関ではっきりとした成果を挙げている。例えば、子どもたちがコンピュータゲームを通してアルファベットやその読み方を学んでいたりと、金融トレーダーたちがコンピュータゲームを使って自らのスキルを磨いていたりと、企業の重役たちが人的資源管理などのシュミレーションをゲームを用いて行っていたりと、といったことが挙げられる [1]。また私たちは、ゲームを用いた教育を実際に行うために、脳波を使用することにした。これは、脳波を用いた技術、といった最新の科学技術を利用することで、ユーザーの興味関心をさらに引くことができると予想できるからである。また、脳波を用いた技術をユーザーに実際に使ってもらうことにより、現在ではこのような技術が確立しており、実用化も近づいている、といったことを直接的に知ってもらうこともでき、科学技術への関心が高まるであろうとも考えられる。また、企業に勤めている人には、様々な人がおり、それぞれの理解力や理解の仕方も多種多様である。そのため、同じ教え方、例えば、ただ一種類のマニュアルが用意されており、それに基づいて社員に対する教育を行っている場合でも、仕事内容を十分に理解できる人と、そのやり方ではうまく理解できない人がいるであろう。さらに、社員が本当に仕事内容を理解、把握できているのかということを確認することは難しい。また、職場の環境についても、その環境を不快に思っている人がいると、その人の作業効率が上がらないということが考えられる。これらのことは、人間の理解力や、不快に思う気持ち、ひいては人間の感情を表面化するのが難しいということが原因として挙げられる。

(※文責: 草島将太)

## 1.2 目的

本プロジェクトは、実際に脳波や顔の表面の筋肉の動き、表情などの情報を取得することができる脳波測定器を利用し、現在確立されている最新の科学技術についてより深く知ってもらうのと同時に、教育の場面に脳波を用いたゲームやアプリケーションを取り入れることを目的としている。その過程で、脳波というメンバーが関わったことのない分野について積極的に勉強していくことや、よりわかりやすく、より効果的で、より楽しんでもらえるゲームやアプリケーションを開発するための技術力や発想力を高めていくことも必要であると考え。具体的には、脳波についての知識はもちろん、デバイスがどのような動作をしているのかといったことや、脳波測定器がどのような情報を取得することができ、どのように応用していくことができるのかといった、利用するデバイスについて勉強していくこと、そして個々人がよりよいものを開発するためにアイデアを出し合

い、グループで話し合っって開発していくための協調性や積極性、実際にゲームやアプリケーションを開発するためのプログラミング技術を、本プロジェクトを通して高めていくことを目的としている。

(※文責: 草島将太)

### 1.3 従来例

小学校などといった子どもたちの教育の場を例として挙げると、従来の授業は、先生が黒板に書いたことを生徒がノートにただ書き写したり、ただ問題を解くだけだったりといったおもしろみに欠ける授業となってしまうがちである。また、企業などの職場を例として挙げると、仕事内容に関する教育はマニュアルに沿った教え方となってしまうがちである。さらに、社員などの職場の人間が、職場の環境に関して内心では不満だ、不快だと思っっている、文句を言うことができずそのような環境で仕方なく働いている、という人もいるだろうと考えられる。

(※文責: 草島将太)

### 1.4 従来の問題点

従来の授業は、おもしろみに欠ける授業形式であったために、授業を楽しいと思わず学習に対してあまり興味を持つことができなくなっってしまった、という子どもたちが少なからずいたであろうと予想することができる。子どもたちの学習意欲が損なわれるということは、今後の成長にも影響を及ぼし、子どもたちの可能性の芽をつぶすといったことにも繋がりがかねないため、改善されるべきである。また、企業の教育について、マニュアルに沿った個人個人に合わせるここのない教育方法では、当人が本当に仕事内容などを理解できるわけではなく、また理解しているかどうかを確かめることは難しい。仕事内容をしっかり把握できていない人に仕事を任せることで、企業に対する不利益、損失が発生するというおそれがある。また、職場の環境に不満を持っっている、それを表面化できずにそのままの環境で働いていると、不満を持っっていない人と比べるとどうしても作業効率が落ちてしまうだろうと考えられる。

(※文責: 草島将太)

### 1.5 課題

1.4章で挙げた、おもしろみに欠ける授業は子どもたちの勉強に対する興味や学習意欲を損なう、といった問題点を解決するために、本グループでは、脳波で動かすことのできるゲームを開発し、実際に子どもたちに使っってもらうことにした。実際に使っってもらうことで、脳波という最先端の科学技術に興味を持っもらうのと同時に、現在の科学技術についてよく知っってもらうことで、自分も勉強を頑張り、こういったものを作れるようになってみたいといった意欲の向上を促すことが期待できると考える。また、感情認識による個人に合わせた理解力の促進の支援や、理解力や不快感といった明示的にはわからない情報を表面化させ、利用する技術の考案を行う。

(※文責: 草島将太)

## 第 2 章 プロジェクト学習の概要

### 2.1 問題の設定

本プロジェクトのテーマは「ゲーム」である。昨年度は「アニメ」をテーマにコンテンツを作成し、アニメーションは子どもたちの興味を引き、教育に貢献するということが証明された。本プロジェクトは昨年までのアニメ・デ・エデュケーションの成果を踏まえ、ゲームが教育に貢献することを証明するために活動する新しいプロジェクトである。本プロジェクト全体では、現在の教育現場では、黒板の板書や教科書などを見てノートに書き取るといった授業形式が多く、この受動的な授業形式のままでは子どもたちが学習に対しての興味を持つことができないのではないかといったことを問題点として挙げた。この問題点を解決するために、ゲームを用いた学習を取り入れることに決めた。日本では、テレビゲームが普及しており、子どもたちの間でもゲームは身近な存在であることから、ユーザが自ら操作できるゲームにも対応できると考えたため、3 グループでいろいろなゲームやアプリケーションを開発することに決めた。本プロジェクトは、脳波測定器 emotiv を用いてゲームを開発する脳波グループ、ジェスチャを扱ったゲームを開発するジェスチャグループ、iPad を用いたクイズアプリケーションゲームを開発する iPad グループに分かれて活動することとした。ジェスチャグループはプレイヤーの動きを認識するモーションセンサーのついた Kinect というデバイスを用いて、体を使った学習ゲームを提供することを目標に活動し、iPad グループは iPad を用いたクイズアプリケーションを開発し、ウガンダの子どもたちでも楽しくゲームができ、学習への積極性を向上させるクイズゲームを提供をすることを目標として活動した。脳波グループは、脳波を利用することで直感的な学習を体験してもらえたり、脳波測定器はあまり世の中では知られていないため、最先端の科学技術に興味を持ってもらえるだろうと考え、脳波を活かしたゲーム内容の考案を重視し、emotiv という脳波測定器を使用したゲーム開発を行うこととした。図 2.1 は脳波測定器の写真である [2]。脳波測定器は 16 個のセンサがついているワイヤレスのヘッドセットであり、人間が物事を考えるときや感じたときに脳に発生する電気信号をセンサで収集して PC へ送信する機能を持っている。さらに顔の表面の筋肉の動きを取得する機能を持っている。図 2.2 はこれらの情報を取得している様子である [3]。また、これらの情報を記憶させて PC のキーボードの操作に対応づけることで脳波を用いたゲーム開発が可能となる。emotiv を使用する際は、頭部にヘッドセットを取り付けて生理食塩水をセンサの部分につけて使用する [4]。脳波グループは、1.4 章で述べたように、学校において今まではおもしろみに欠ける形式で授業を行っていたため、子どもたちが学習に対しての興味を持つことができずに学ぶ意欲が損なわれてしまうかもしれないという問題点を主に掲げ、この問題を解決するためにゲームの開発を行い、実際に学習効果が得られるかを検証するために活動した。さらに、脳波測定器は感情を読み取ることができるため、感情を用いた学習の提供が見込めるかを調査するという目標を立て、感情を扱った学習の提供が必要である問題点として、理解力と不快感の 2 つの感情に着目して、仕事の現場で仕事を教える際に、ユーザーの理解の仕方が多種多様なので同じ教え方だと仕事内容を十分に理解できているかどうか分からないのではないかと、また、ユーザーの不快感が十分に表面化されおらず、仕事場における環境が最適化されていないことから仕事を効率よくこなすことができないのではないかとという問題点が挙げられ、この 2 点の問題解決を目指して感情認識による支援技術の考案を行うために活動した。これらの問題を解決するために以下の課題を設定し、問題解決に



取り組んでいった。



図 2.1 脳波測定器 emotiv

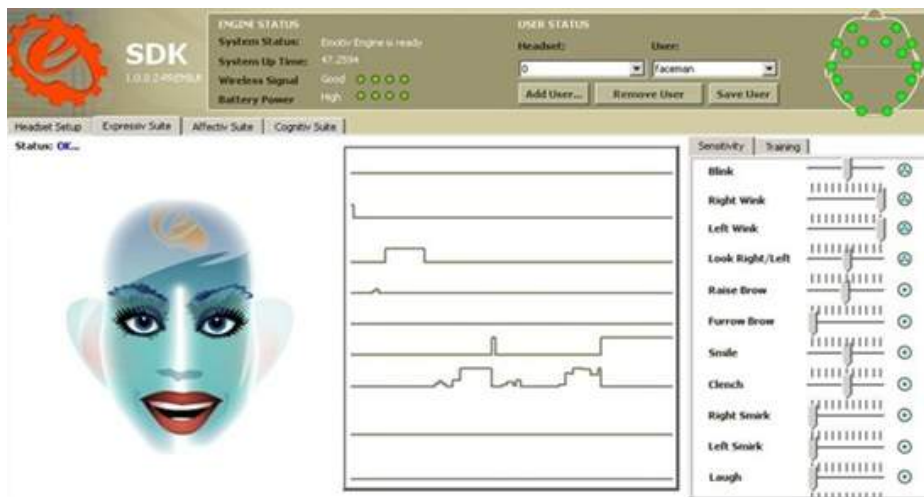


図 2.2 脳波測定器から情報を取得している様子

(※文責: 若林沙弥)

## 2.2 課題の設定

### 2.2.1 前期

本グループは教育現場にゲームを取り入れ、小学生を対象に新しい科学技術を取り入れた学習ゲームを提供するために、脳波測定器 emotiv を用いた3つのゲームを開発した。また、成果物は小学校に提供するため、子どもたちが興味を持ち何度も繰り返しプレイしたいと思わせるものや、教育ツールとして効果のあるアプリケーションを開発する必要があった。ここで定義される教育ツールとしての効果とは、脳波を扱った直感的な学習を体験してもらうことでより学習が印象に残りやすいものとなること、最先端の科学技術に興味を持ってもらうことの2点である。これらを満たすためには、ユーザに繰り返し利用したいと思わせるような工夫が必要であった。また、ゲーム

をプレイする際に不便を感じない操作性や、ユーザに好まれるデザインにするなどのユーザ目線に立った仕様にし、繰り返し行うことの負担を感じさせないことが大きな課題であった。本グループは、ユーザに好まれるデザインや興味を持たせるものにするために、ゲームのデザインを3Dにすることを採用し、3Dゲームの開発環境であるUnityを使用してゲーム開発を行っていくこととした。昨年度は「アニメ」をテーマにコンテンツを作成し、アニメーションは子どもたちの興味を引き、教育に貢献することが証明されているため、本プロジェクトは昨年までのアニメ・デ・エデュケーションの成果をふまえ、ゲーム教育に貢献することを証明するために新しくできたプロジェクトであるため、脳波測定器emotivを用いた3Dゲーム開発の知識を昨年の成果から引き継ぐことができなかった。よって、自分たちで書籍を借りてUnityでのゲーム開発方法やプログラミングの学習を行ったり、書籍でもわからない場合はインターネットで調べながら3Dゲームを開発していかなければならないことも課題であった[5]。また、emotivとUnityを連携させてゲームを開発する知識も、emotivについて研究している先輩からわからないことを質問していきながらゲーム開発を行う必要があった。そのため、8月に行われた福島県の子どもたちを対象とした東京アカデミーキャンプというワークショップまでに脳波を扱った3Dゲームを完成させることを課題とし、勉強をしながらゲーム開発を行ってきた。6月には、函館学という公立はこだて未来大学で開催されるドミニク・バゲンダ・カスツジャ準教授による講義が行われ、本プロジェクトで開発したゲームのデモンストレーションを行い、来場者の方からの意見をもとにゲームを改良していくことも課題であった。また、7月に本校で中間発表を行い、開発したゲームを紹介した。発表評価者の意見としては、教育に役に立つゲームになっていないという指摘を受けたため、後期からは開発したゲームに教育要素を取り入れる改良することが大きな課題となった。また東京アカデミーキャンプでは子どもたちにゲームを体験してもらい、脳波測定器に興味を持ってもらえたかどうかのアンケートを行ったところ、ほとんどの子どもに興味を持ってもらえたが、教育要素が欠けているため赤川小学校のワークショップまでに教育要素をゲームに取り入れることが課題であった。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.2.2 後期

後期からは、赤川小学校での体験授業に向け、教育要素を取り入れるようなゲームの改良を行うチームと、2.1章で述べたように、仕事の現場で仕事を教える際にユーザの理解の仕方が多種多様なので、同じ教え方だと仕事内容を十分に理解できているかどうか分からないという問題と、ユーザの不快感が十分に表面化されておらず、職場における環境が最適化されていないことから、仕事を効率よくこなすことができないという問題を解決するために、感情認識による支援技術の考察を行う2つのチームに分かれて作業を行った。東京アカデミーキャンプと中間発表における意見から、赤川小学校でのワークショップで提供する教育要素を取り入れたゲームの改良を行うために、対象科目を何にするか考える必要があった。教育現場で脳波を扱った直感的な学習には、英単語を覚えるようなゲームが適するのではないかというアイデアを採用し、英単語を覚えるゲームに改良していった。一方で、感情認識による支援技術の考察を行うチームは、実際に仕事場で教育をする上ではどのような問題点があるのかを再度明確にするために、函館市内の企業であるタケダ食品とワークセンター一条に訪問し、問題点をまとめ、感情認識がどのような問題点を解決するために役に立つかを考えていった。ワークセンター一条は、知的障がい者の方が自立訓練を受ける施設である。知的障がい者の定義は次の3つの項目を満たす。1つ目は18歳までに発症すること、2つ目はIQが70以下であること、3つ目は自立するための支援が必要であることである。ワークセ

インター一条で自立訓練を受けている方の多くはIQ30~40の方が多く、企業に入社できるように清掃の仕方、給食の配膳、箱作りの仕事、ペットボトルキャップの仕分け作業などの訓練を行っていた。また、ちんみを計量して袋に入れて製品にする仕事を行うなどしていた。職員の方に問題点を尋ねたところ、知的障がい者の方は仕事の内容を理解することが難しく、食品を扱う作業において衛生面を徹底させるための手洗い、アルコール除菌、衣服の埃を取る作業などのプロセスを覚えるのが非常に難しかったため、プロセスをわかりやすくするために絵を描いて作業台に貼っている。目で見て理解する方法を取っているが、覚え方は人それぞれ違うため、個人の理解力に合わせた方法でプロセスを覚えてもらえるようなものがあれば非常に助かる、と述べていた。また、仕事場において相性の悪い人同士を背中合わせに配置することで、仕事の効率を上げる工夫をしているが、中には不快に思っていることを伝えられない場合があり、不快に感じていることが表面化されていたらとても助かる、と述べていた。以上の2つの問題点は知的障がい者に限らず、一般人にも言えるだろうと私たちは考えた。例を挙げると、勉強の仕方はノートに何回も書いて覚える人や何回も教科書を読まない覚えられない人など実にさまざまな理解の方法があるからである。また、一般人でも仕事を選ぶ際に人間関係を重視する人が多いことから以上の2つの問題点を再確認できたため、私たちはこの2つの問題点を解決するために脳波を利用して何を知ることができるのかを理解する必要があった。本グループは、被験者にさまざまな動画を見せて、脳波測定器から読み取れる感情について調査し、問題点を解決するために感情を扱って応用できることは何かを調査することを課題とし、得られた結果から問題点の解決を見込めるツールの提案をすることを課題とした。

(※文責: 若林沙弥)

## 2.3 到達目標

脳波グループは、教育ツールとして効果があること、子どもたちが興味を引くようなゲームの開発を行うことを目標とした。中間発表の段階では、3つのゲームを完成させてデモンストレーションができるようにしておくことを目標としていた。現在は、先生が黒板に書いて生徒が授業を聞くという受動的な授業形式が主流となっており、授業において最新の科学技術に触れる機会が少ないため、本グループは脳波測定器 emotiv を扱った最先端の科学技術に興味を持ってもらえるようなゲーム開発を目指して開発を行い、子どもたちに興味を持ってもらえるかを重視した。目標を達成できたかどうかの検証方法は、東京アカデミーキャンプでのワークショップで子どもたちに実施するアンケートの結果から判断した。アンケートの項目は、ゲームは楽しかったか、このゲームをして勉強になったか、脳波に興味を持ったか、脳波測定器での操作はやりやすかったか、どのような点がやりやすかったか、どのように工夫したらもっと楽しいゲームになると思うか、であった。これらのアンケートの結果をふまえ、後期では教育要素を取り入れたゲームに改良することとした。具体的には11月に行われる函館市立赤川小学校でのワークショップまでに、学習効果が得られるゲームに改良することを到達目標とした。具体的には前期に開発した3つのゲームの中から、スペースゲームを改良し、10問の英単語を出題する形式のゲームを開発することを目標とした。目標達成の検証方法は赤川小学校のワークショップで子どもたちに実施するアンケートとゲームを実際に使用してもらった前の事前テストと使用した後の事後テストの結果から判断した。事前テストと事後テストは20点を最高点とし、点数を比較してどの程度上昇したかをデータにまとめた。また、アンケートは改良した英単語クイズとスペースゲームと迷路ゲームは楽しかったかを4段階評価で評価してもらった。1はとてつまらない、2はつまらない、3は楽しい、4はとてつまらないという

項目にして実施した。また、脳波に興味を持ったかどうかを4段階で評価してもらった。1は全然興味を持たなかった、2は興味を持たなかった、3は興味を持った、4はとても興味を持ったという項目にして実施した。また、脳波を用いたゲームを体験する授業についての良かった点と悪かった点、今後脳波でどのようなことができたら楽しいと思うかをアンケート項目に入れて確認した。赤川小学校で実施したテストの結果は、統計的仮説検定に基づいて有意性があるかないかを計算することで学習効果が見られたかどうかを最終的に検証した。さらに、脳波は感情認識もできることから感情認識による支援技術を考察し感情を扱ったアプリケーションの提案を行うことを到達目標とした。後期での活動ではアプリケーションの実装までは不可能であると判断したことから、東京アカデミーキャンプや赤川小学校でのワークショップのように具体的な数値を計算して目標達成を確認をすることができなかったが、最終発表で今後の展望として感情認識の調査結果の発表と結果をふまえて考案したアプリケーションの発表を行った。

(※文責: 若林沙弥)

## 2.4 課題の割り当て

2.2章で述べた課題を達成させるため、各自の得意分野、負荷の均一性、関連のある項目は同じ人に割り当てることを考慮して課題を割り当てた。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.4.1 加藤大士

脳波を扱った3Dゲーム開発の方法を勉強しながらゲームを開発した。能力に合わせて仕様を考え、加藤は草島が担当するスペースゲームをデザインしたり、BGMや効果音を入れるなどゲーム開発に携わることを課題として活動した。また、他のゲーム開発の補佐も担当し、インタフェース向上を図ることを課題とした。また後期からは草島と共に、前期に開発したスペースゲームの改良を行い、英単語クイズゲームの開発を課題とした。また、赤川小学校のワークショップで授業を行うためにスライドの作成やアンケートの作成、事前・事後テストの作成を行った。また、本校での最終発表の準備のために、ポスターの製作や、ゲームのプレイ動画の作成を行った。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.4.2 草島将太

脳波グループのグループリーダーとして一年間活動し、グループをまとめた。各ゲームの開発環境としてUnityを利用し、脳波測定器はemotivを利用した。グループでゲーム開発をはじめの前にシステム開発のリーダーとして、先にデバイスについて知識を習得し理解することで、無知の状態から東京アカデミーキャンプまでにゲームを開発する課題に先頭に立って取り組んだ。開発段階ではデザイン担当と密接に連携しゲーム開発を行うことを課題とした。主に脳波でスペースシャトルを操作し、ゴールするかゲームオーバーになるまで獲得した得点を競うスペースゲームの開発を行った。また、他のメンバーが開発するゲームの技術的な面で補佐をし、本プロジェクトでの他チームとの情報共有を行った。後期からは加藤と共に赤川小学校のワークショップで提供する教育

要素を含むゲームの開発を行い、スペースゲームを改良し、表示された写真が表す英単語を2択で出題する英単語クイズゲームの開発を行った。また、ゲームによる学習効果が得られたかを検証することを課題とし、前期での東京アカデミーキャンプ、後期での赤川小学校のワークショップにおいて授業資料やアンケートなどを積極的に作成するなど、イベントの企画担当も務めた。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.4.3 日野間緑

前期では3つのゲームのうち、ミッションゲームの開発を課題として活動した。また、ユーザーに脳波に興味を持ってもらうことや負荷のない操作性を重視したゲーム開発を行った。子どもたちの興味を引くゲーム内容にするという点に注意して多数考案した。開発したミッションゲームは、キャラクターを脳波で操作し、制限時間内にアイテムをすべて集めるとクリア、というゲーム内容に設定した。また、後期からは山内・若林と共に、感情認識による支援技術の考察を行い、実際に仕事場で教育をする上ではどのような問題点があるのかを再度明確にしていき、感情認識がどのような問題点を解決するために役に立つかを考えていくことを課題とした。また、調査の結果から問題点の解決を見込めるツールの提案をした。またプロジェクト全体の最終発表で使用される脳波グループのスライド作成を担当し、脳波グループの発表をまとめた。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.4.4 山内保奈見

前期では3つのゲームのうち、迷路ゲームの開発を課題として活動した。ユーザーの操作性を重視したゲームの考案を行い、ユーザーが何度もゲームを使用しても負荷のないゲームを開発することを課題として取り組んだ。ゲームの学習効果に有意性について検証を行い、得られたアンケートや事前・事後テストの統計的仮説検定を行った。後期からは日野間・若林と共に感情認識による支援技術の考察を行い、実際に仕事場で教育をする上ではどのような問題点があるのかを再度明確にしていき、感情認識がどのような問題点を解決するために役に立つかを考えた。問題点を解決するために脳波で何がわかるのかを知る必要があったため被験者にさまざまな動画を見せて、脳波測定器から読み取れる感情についてや、問題点を解決するために感情を扱って応用できることは何かを調査して、得られた結果から問題点の解決を見込めるツールの提案をした。最終発表をよりよいものとするため、スライドの作成の補佐も担当した。

(※文責: 若林沙弥)

### 2.4.5 若林沙弥

前期はジェスチャグループとして活動していたため、ジェスチャグループのゲームの開発を行った。後期からは脳波グループとして、日野間・山内とともに感情認識による支援技術の考案を行い、実際に仕事場で教育をする上ではどのような問題点があるのかを再度明確にしていき、感情認識がどのような問題点を解決するために役に立つかを考えていった。問題点を解決するために脳波で何がわかるのかを知る必要があったため被験者にさまざまな種類の動画を見せて、脳波測定器か

## Game De Education

ら読み取れる感情についてや、問題点を解決するために感情を扱って応用できることは何かを調査し、得られた結果から問題点の解決を見込めるツールの提案した。また調査するにあたり、アンケートの作成と、データのまとめと考察を行った。また、最終発表をよりよいものとするため、ポスター製作において、文章の構成を考案した。

(※文責: 若林沙弥)

## 第 3 章 課題解決のプロセス

### 3.1 課題解決の方法

従来の学習よりも有効的な学習が可能となる脳波測定器を利用したアプリケーションを開発し、脳波による学習効果の将来性、有意性を見出す。そのため前期はワークショップに向け小学生を対象とした教育用アプリケーションを開発し、検証を行う。ワークショップは全 2 回行い、1 回目は東京アカデミーキャンプで行い、アンケートを実施した結果から検証する。2 回目は赤川小学校で行い、アンケートと事前・事後テストの結果から検証する。また、後期は教育環境のデザインを行うグループと前期の結果からゲームの改良を行うグループに分かれ、脳波による教育の将来性を検証する。具体的には次のようなスケジュールで課題の解決を進めた。

- 5 月
  - － グループのコンセプトの決定
  - － 開発を行うゲームの企画案出し
  - － 企画案プレゼンテーション
  - － 開発での役割分担
- 6 月
  - － 開発環境の決定
  - － 脳波測定器 emotiv の勉強
  - － ゲームの仕様の決定
  - － ゲーム開発
- 7 月
  - － ゲーム開発
  - － 中間発表の準備・発表
  - － 中間報告書の作成・提出
  - － 東京アカデミーキャンプの企画案出し・準備

前期はワークショップに向けゲーム開発を中心に行った。また 8 月の東京アカデミーキャンプに向けて企画・準備を行った。

- 8 月
  - － ゲーム開発
  - － 東京アカデミーキャンプの実施
- 9 月
  - － 東京アカデミーキャンプのアンケートの集計
  - － 反省点・改善点を抽出
  - － 教育環境の問題点探し
- 10 月
  - － ゲームの仕様変更
  - － 教育環境のデザイン企画案出し

- 脳波測定器 emotiv の性能検査
- 11 月
  - 赤川小学校でワークショップを実施
  - 赤川小学校のテスト・アンケートの集計
  - ワークス一条・竹田食品へ工場見学
  - 脳波測定器 emotiv の性能検査
  - 最終発表の準備
- 12 月
  - 最終発表
  - 報告書作成
- 1 月
  - 最終報告書作成・提出

8 月には東京アカデミーキャンプで福島県の子どもたちを対象としたワークショップを行った。さらに 11 月には函館市立赤川小学校の小学 5 年生を対象にしたワークショップも実施した。後期はワークショップの結果の集計と考察を行うとともに、教育環境のデザインについて考え実際に工場見学に行った。

(※文責: 日野間緑)

## 3.2 製作物

本グループは以下の 4 つの子ども向けのゲーム開発と、教育環境のデザインを目的とした 1 つのアプリケーションの提案を行った。はじめに脳波にはどのようなものがあり、脳波測定器を用いるとどのような情報を得ることができるのか、ということについて調べた。そしてどのようなゲームを開発するのかということ話し合い、子どもたちに楽しんで利用してもらえるようなゲームを開発した。手順としてはまず、脳波測定器を用いてどのようなことが実現できるかについて学んだ。脳波測定器は emotiv を利用した。emotiv ではキーボード操作、マウス操作を脳波での操作に対応することができる。その方法として付属の Emokey というアプリケーションを利用した。Emokey は、emotiv で取得した値からキーボードイベントを生成することができる。例えば、Left, Right, Down, Up の操作が実現可能である。結果として、emotiv では人間の脳波や顔の表面の筋肉から情報を受け取り、物体を前後左右に思うままに動かすことができるということがわかった。このことから脳波で物体を動かすというゲームを開発することができると考えた。よってスペースゲーム、迷路ゲーム、ミッションゲーム、英単語クイズゲームという 4 つの子ども向けのゲームを開発した。また emotiv では興奮や嫌悪感、退屈といった感情を読み取ることができるということがわかった。具体的には、Engagement, Boredom, Frustration, Meditation, Instantaneous Excitement Long Term Excitement といった情報を取得することができる。このことから、感情を利用したアプリケーションの開発をすることができると考えた。よって感情を利用した教育環境のデザインを目的とした仕事場の席配置アプリケーションを提案した。ゲームの開発環境としては 3D ゲームを開発することができる Unity を利用した。以下に開発物を示す。

(※文責: 日野間緑)



### 3.2.1 スペースゲーム

スペースゲームは向かってくる障害物を避けながらアイテムを獲得し、点数を稼ぎながらゴールを目指すというゲームである。図 3.1 はタイトル画面で、Easy, Normal, Hard の 3 つの難易度の中から自分の好きなものを選ぶことができる。また、下部にはこれまでのハイスコアが表示されている。タイトル画面でエンターキーを押すと、ゲームが開始され、図 3.2 へ遷移する。画面下にある機体を脳波で左右に動かし操作する。点数を稼ぐことができるアイテムや、一定時間障害物からのダメージを無効化するアイテムが出現する。ステージクリアか、ライフが無くなりゲームオーバーとなると、図 3.3 のように点数と S, A, B, C, D のランク付けが点数に応じて表示される。このゲームは子どもたちに脳波測定器という最新の科学技術に興味を持ってもらうことを目的とし開発を行った。脳波による操作には Emokey を利用し、キーボードの右キーと左キーに操作を対応させた。ゲームの開発環境としては 3D ゲームの開発が可能な Unity を利用した。私たちは Unity を使ったことがなかったので Unity の勉強からはじめた。各自で書籍やインターネットを利用し学んだことを共有した。Unity でゲームをデザインする上で注意した点はより子どもたちの興味を惹き付けるステージにするということである。プログラミング言語は JavaScript を使用した。1 回目のワークショップとなる 8 月に行われた東京アカデミーキャンプでは実際に子どもたちに脳波測定器を使ってゲームを体験してもらった。体験後のアンケートで脳波測定器に対する印象や興味を調査した結果、「脳波に興味をもった」というような前向きな意見を多くもらった。反対に脳波測定器が正常に動かず楽しめなかったという意見や改善点のアイデアももらい、後期の 2 回目のワークショップに向けて課題となった。この結果を受けて背景やメニュー画面などのデザインの変更や、ゲームの内容もさらに楽しめるようなものへと改良を加えた。そして後期の赤川小学校では脳波測定器の動作不良も少なく、より多くの子どもたちの興味を得ることができた。



図 3.1 スペースゲーム タイトル画面

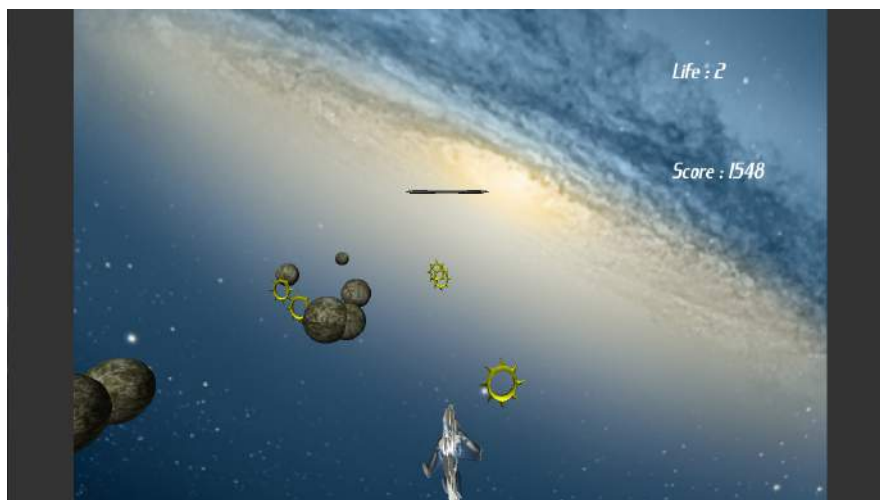


図 3.2 スペースゲーム プレイ画面

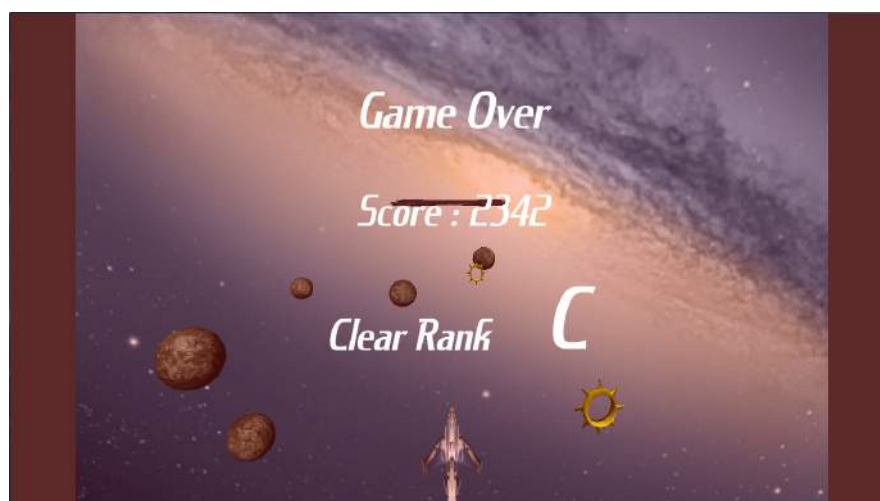


図 3.3 スペースゲーム ゲームオーバー画面

(※文責: 日野間緑)

### 3.2.2 迷路ゲーム

迷路ゲームはボールを脳波で前後左右に動かし右上にあるゴールまで導くというゲームである。このゲームは子どもたちに脳波測定器という最新の技術に興味を持ってもらうことを目的とし開発を行った。図 3.4 がタイトル画面であり、スペースキーを押すことで図 3.5 のようなプレイ画面に遷移する。脳波による操作には Emokey を利用し、キーボードの右キー、左キー、上キー、下キーに操作を対応させた。画面右上の赤い部分がゴールであり、ゴールまでボールを運ぶことができればクリアとなり、図 3.6 のような画面が表示される。スペースゲーム同様、開発環境は Unity を利用した。Unity でゲームをデザインする上で注意した点は子どもたちが楽しんでクリアできる適度な迷路の長さ、経路にすることである。キーボードやマウスで操作する一般的な迷路ゲームとは違い、脳波での操作はイメージするということが必要であり操作に多少時間がかかる。そのため子どもたちが飽きずに楽しめるようなステージにすることを心がけてゲームを開発した。1 回目のワークショップの東京アカデミーキャンプではスペースゲーム同様、脳波測定器の動作不良が起きて

## Game De Education

しまい多くの子どもたちに体験してもらうことはできなかった。これを受けて3台の脳波測定器emotivの動作不良について調べ、特に動きの悪いものを使わないようにした。2回目の赤川小学校では簡単すぎず難しすぎないゲームとして多くの子どもたちに楽しんでもらえることができた。アンケートの結果からも脳波測定器という最新の科学技術に興味を持ってもらうことができたと言える。2回のワークショップを通して実際にユーザーに提供し意見やアイデアを受けて改良を繰り返し、より良いものを開発することができた。



図 3.4 迷路ゲーム タイトル画面

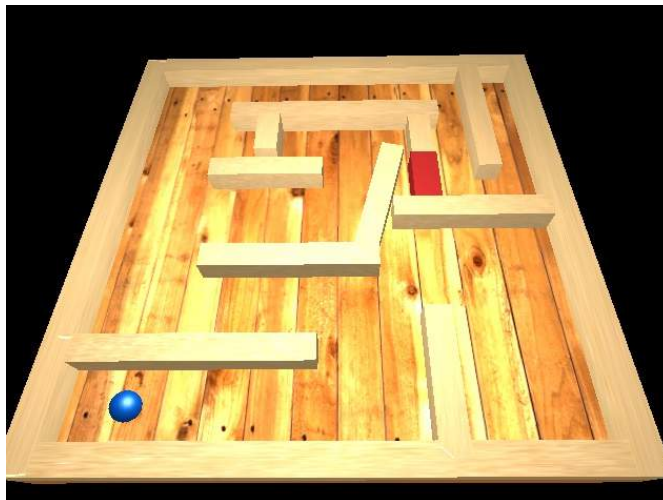


図 3.5 迷路ゲーム プレイ画面



図 3.6 迷路ゲーム クリア画面

(※文責: 日野間緑)

### 3.2.3 ミッションゲーム

ミッションゲームはキャラクターを操作し、制限時間 300 秒以内に全 5 個のアイテムを探し出すというゲームである。このゲームは子どもたちに脳波測定器という最新の技術に興味を持ってもらうことを目的とし開発を行った。図 3.7 がタイトル画面であり、画面中央の赤い球をクリックすることで図 3.8 のようなプレイ画面へと遷移する。脳波によりキャラクターを操作し、制限時間内に 5 個すべてのアイテムを得ることができればゲームクリアとなり図 3.9 のように表示されるが、フィールドから落下またはアイテムをすべて得ることができなければゲームオーバーとなり図 3.10 のように表示された後、メニュー画面へ遷移する。制限時間は子どもたちが飽きずに楽しめる時間を考え、300 秒とした。脳波による操作には Emokey を利用し、キーボードの右キー、左キー、上キー、下キーに操作を対応させた。ゲームの開発環境は Unity を利用した。Unity でゲームをデザインする上で注意した点は子どもたちの興味を惹き付けるステージ、シチュエーションの設定である。まずはミッションゲームの細かいシチュエーションを考えた。利用できる 3D オブジェクトなども考慮し、無人の町でキャラクターがアイテムを探すという設定とした。プレイ画面のフィールドでは無人の町をイメージしたオブジェクトを配置しその雰囲気を作り出した。またメニュー画面とプレイ画面ではシチュエーションを考慮したミッションゲームらしい BGM を付け加えた。しかしこのミッションゲームは子どもたちに提供することはできなかった。その理由の 1 つは脳波で操作しにくいという点である。ミッションゲームは上記で説明したスペースゲームや迷路ゲームよりも操作量が比較的多く、さらに動作不良が起こってしまう脳波測定器 emotiv で行うゲームとしてあまり向かなかった。よって脳波測定器の操作によるクリアが大変難しいゲームとなってしまった。2 つ目にゲームのデザインをこだわったことでゲーム自体のデータ量が莫大なものとなり、プレイ中に固まりやすくなってしまった。これらのことから 1 回目の東京アカデミーキャンプでは子どもたちに提供する予定だったが、ワークショップは時間に限りもありミッションゲームでは結果を得ることができなかった。子どもたちから実験結果は得ることができなかったが、キーボードの操作でゲームを体験した一部の子どもたちからは脳波測定器でやってみたかったなどの声をもらい、ゲームを開発する上で実現可能な範囲で設計することがとても重要であると学んだ。



図 3.7 ミッションゲーム タイトル画面



図 3.8 ミッションゲーム プレイ画面



図 3.9 ミッションゲーム クリア画面



図 3.10 ミッションゲーム ゲームオーバー画面

(※文責: 日野間緑)

### 3.2.4 英単語クイズゲーム

英単語クイズゲームは脳波を利用した教育アプリケーションによる学習効果の有意性を検証することを目的とし開発を行った。これは表示された写真が表す英単語を二つの選択肢から選び正解数を競うというゲームである。タイトルは「Select Question OX」とした。図 3.11 がタイトル画面であり、エンターキーを押すことで図 3.12 のようなプレイ画面へと遷移する。自分に近づいてくる問題に時間内に答えていき、ゲーム感覚で英単語を学ぶことができる。脳波による操作には Emokey を利用し、キーボードの右キーと左キーに操作を対応させた。このゲームは全 10 問からなっており、問題に正解すると正解を表す丸印が、間違えてしまうと、図 3.13 のように間違えた問題の解説が表示されるようになっている。10 問が終了すると、図 3.14 のように、それまでの正解数と、正解数に応じたイラストが表示される。表示されるイラストは、ネズミ、イヌ、パンダ、ゾウ、そしてドラゴンと、5 段階の大きさの異なる生物でプレイヤーのランクを表している。開発環境は Unity を利用した。このゲームは後期から開発をはじめ、赤川小学校で小学 5 年生 26 人に実際に体験してもらった。学習効果の有意性を検証するために事前・事後テストとアンケートを行うことにした。まず事前テストで子どもたちがどのくらい英単語を知っているのかを調べた。事前テストの結果は小学 5 年生の子どもたちは学習塾などに通っている子どもを除いて、正答率はあまり高くなかった。またリスニングはできるがライティング、リーディングはできないという子どもも多く、平均点は約 4.54 点となった。そこで子どもたちに実際に英単語クイズゲームを体験してもらった後、事後テストを行った。結果として平均点は約 5.96 点となり、約 1.42 点の点数の向上を確認することができた。さらにこの結果で t 検定を行うと  $t=2.538$  という数値が得られ、学習効果の有意性を示すことができた。しかし学習効果はどんな方法でも繰り返せば確認することができる。脳波測定器を利用したアプリケーションによる教育の将来性を示すには従来の学習方法との比較が必要である。この比較が不十分だったので課題となった。

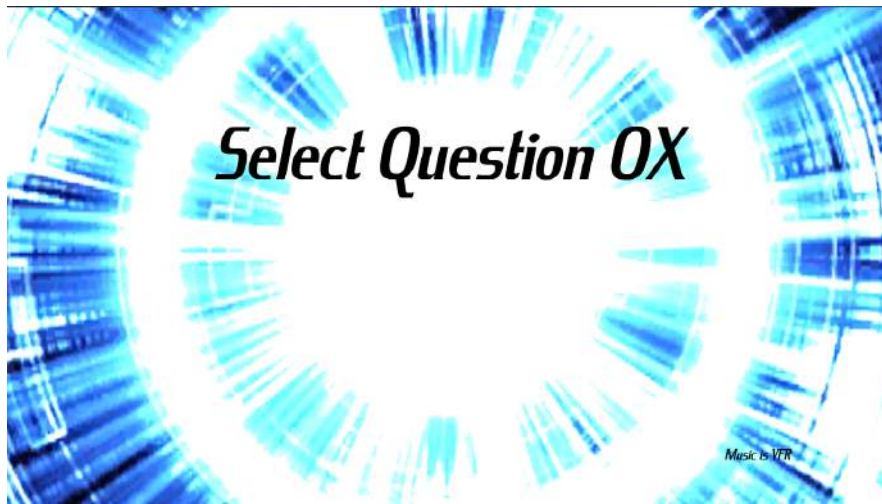


図 3.11 英単語クイズゲーム タイトル画面

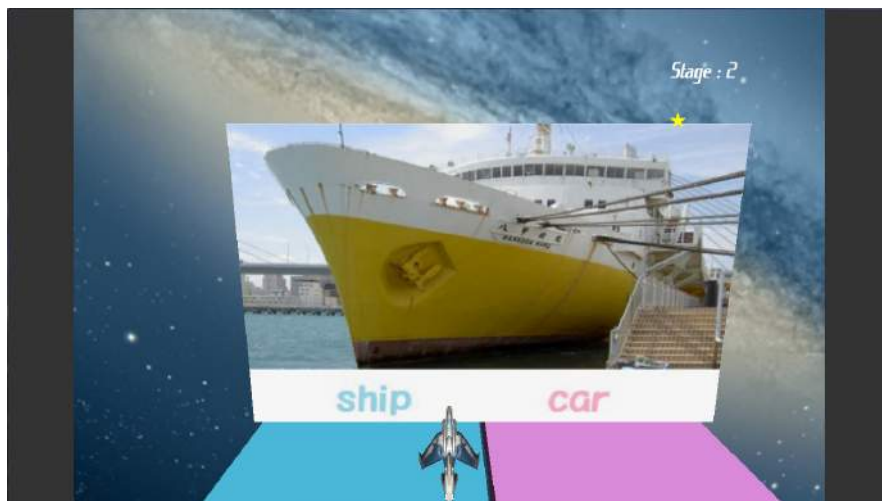


図 3.12 英単語クイズゲーム プレイ画面



図 3.13 英単語クイズゲーム 解説画面



図 3.14 英単語クイズゲーム リザルト画面

(※文責: 日野間緑)

### 3.2.5 仕事場の席配置のためのアプリケーション

教育の質を高めるためには教育環境を整えることが必要である。そこで私たちは脳波で感情を読み取れることを利用した教育環境をデザインできるアプリケーションの提案を行うことにした。まず教育現場の現状を知るため、実際に教育が行われている、ワークセンター一条に見学に行った。はじめに障がい者の自立支援を行う工場に見学に行った。ここでは障がい者の方々为社会で自立して生きていけるように掃除、洗濯、調理、マナー、公共交通機関の使い方などの生活訓練から箱組立などの就労移行支援までを行っている。この障がい福祉サービスを受けているのは定員 40 人のところ、訪問時 49 人だった。障がいには IQ によって分けられた 4 段階のレベルがあり、軽度、中度、重度、最重度がある。ここで支援を受けるのは中度の IQ30~50 の方が多く、次に重度の IQ30 以下の方が多かった。見学に行ってみて予想以上に重い障がいを持った方が多く、この 49 人の支援をたった 8 人の指導者で行っており明らかに人手不足であった。さらに障がい者の方々は個性が強い場合が多く、ただ障がい者の方々の生活指導をするのではなく、指導者は障がい者一人ひとりの性格や特徴のアセスメントをしながら支援を行っていた。そこで私たちは指導者の方々の負担を減らすという点に重点を置き、2つのアプリケーションを提案した。1つ目は仕事場の席配置アプリケーションである。いかの薫製の仕分けを行っている仕事場では働く障がい者同士で性格が合う人と合わない人がいて、仕事に人間関係のトラブルが起こってしまう場合があった。性格が合わない人は背中合わせになるように席が配置されていた。もし最初から性格が合わないと分かっていたらトラブルが起こることもない。このことから、良い人間関係を持つ人同士が近くで働ける、仕事場での席配置アプリケーションがあればより風通しの良い環境が作れるのではと考えた。これを実現するには脳波測定器で嫌悪感を読み取る必要がある。次に提案した2つ目のアプリケーションは衛生教育アプリケーションである。食品を扱う工場では衛生面が最重視される。障がい者の方々はなぜ手を洗わなければならないのか、ということ認識できていないため、図 3.5 のように仕事場のあらゆるところに手洗いの手順などが絵で示されていた。そこで私たちは障がい者の方々がどのくらい衛生面の認識を持っているのかを診断する衛生教育アプリケーションを提案した。これも脳波測定器で快感と嫌悪感を読み取る必要がある。また覚え方にもかなりの個人差があり、右



から左に絵を見せると理解できる人もいれば、左から右に絵を見せるとすぐ理解できる人もいたり  
と一人ひとりの個人差による指導が必要とされていた。そこで私たちはアナログではなくデジタル  
で動画やイラストで手順の表示の仕方を何パターンも搭載したアプリケーションも有効なのではな  
いかと考えた。この2つのどちらのアプリケーションを提案するかを考える上で、脳波測定器の性  
能も考慮する必要があった。脳波測定器は前述のとおり、物体を動かすという点では動作不良が目  
立っていたため、感情を読み取る精度がどのくらい高いのかについて調べる必要があった。そこで  
私たちはまず脳波測定器 emotiv の性能調査を行った。被験者約 10 人に感動する、面白い、怖い、  
汚いという 4 種類の動画を見せ、実際の被験者の反応と脳波測定器で得た数値を比較し、その後動  
画の内容に関する事後テストに行った。下図のグラフは、それぞれ赤線が Engagement/Boredom、  
青線が Frustration、緑線が Meditation、黒線が Instantaneous Excitement、黄線が Long Term  
Excitement を示している。図 3.7 は被験者 A に「怖い」種類の動画を見せたときの脳波の様子、  
図 3.8 は被験者 B に「怖い」種類の動画を見せたときの脳波の様子である。Frustration を表す青  
線が、それぞれ見せた動画と同じタイミングで反応していた。結果として、Frustration は正常に  
読み取ることができるということがわかった。次に集中力を読み取る性能を調べた。図 3.9 は被験  
者 C に「感動する」種類の動画を見せたときの脳波の様子、図 3.10 は被験者 D に「感動する」種  
別の動画を見せたときの脳波の様子であり、グラフの赤線が集中力を示している。どちらも高い集  
中力を示しているが、動画の内容について答える事後テストでは被験者 C の正答率が 0 %、被験  
者 D の正答率が 67 %となり、集中力が高ければ理解力も高いとは言えないという結果を得るこ  
とができた。次に瞑想の度合いを読み取る緑線について調べた。この線からはどの実験からも規則性  
が見つからず、アプリケーションに利用するには不向きだった。また興奮の度合いを示す黒線から  
も規則性は見つからなかった。結果として、嫌悪感は正常に読み取れているということが分かり、  
これを利用したアプリケーションが脳波測定器 emotiv で開発可能であるという結論が出た。これ  
らのことから、私たちは嫌悪感を利用した 1 つ目の仕事場の席配置アプリケーションを選び提案し  
た。この仕事場の席配置アプリのケーション提案により、脳波測定器 emotiv による教育環境のデ  
ザインの可能性を見出すことができた。また、emotiv は前後左右を操作する場合、顔の筋肉の動  
きによる情報をより反映するように思えた。しかし、感情を読み取る場合、顔の筋肉はあまり動か  
ない。どうすれば効率よく感情を読み取るのか試行錯誤し、最終的には動画を見せると顔の筋肉が  
活発に動き、効率よく反応させることができた。さらに、それぞれの感情に関して特徴的な関連性  
を見出すことができなかつたことから、将来的に、特定の感情を読み取り、特定の動作をさせる  
ようなアプリケーションを開発することができるという可能性があると考えられた。

(※文責: 日野間緑)



図 3.15 工場の様子 1



図 3.16 工場の様子 2

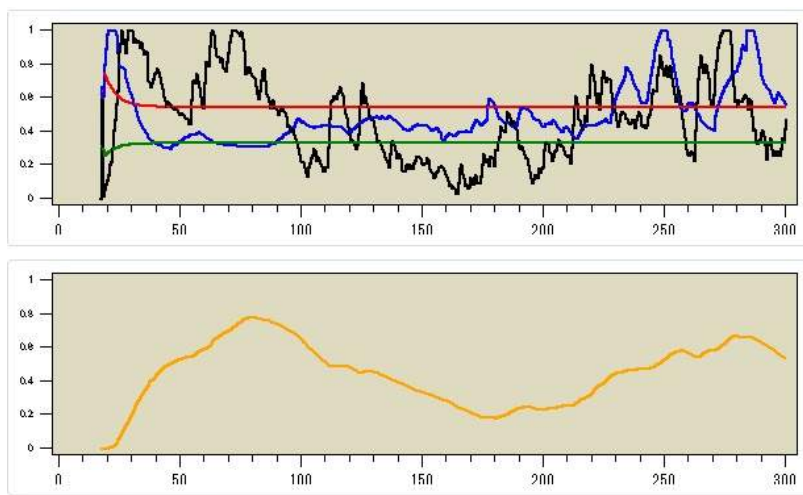


図 3.17 被験者 A に「怖い」種類の動画を見せたときの脳波の様子

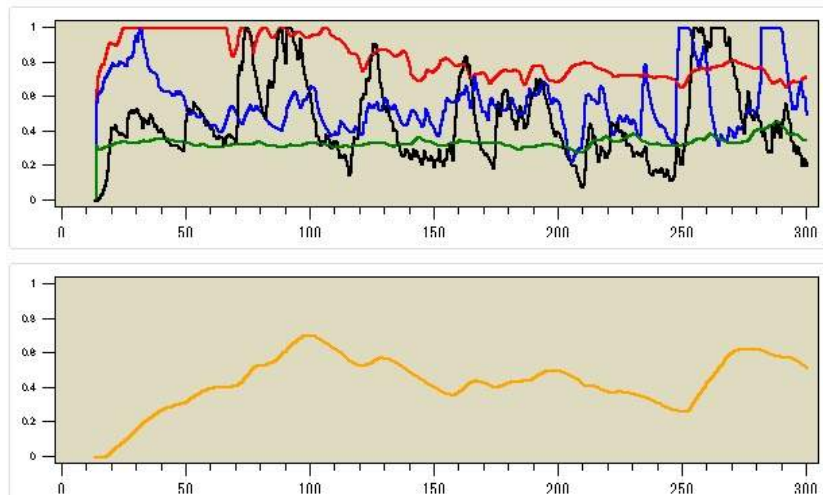


図 3.18 被験者 B に「怖い」種類の動画を見せたときの脳波の様子

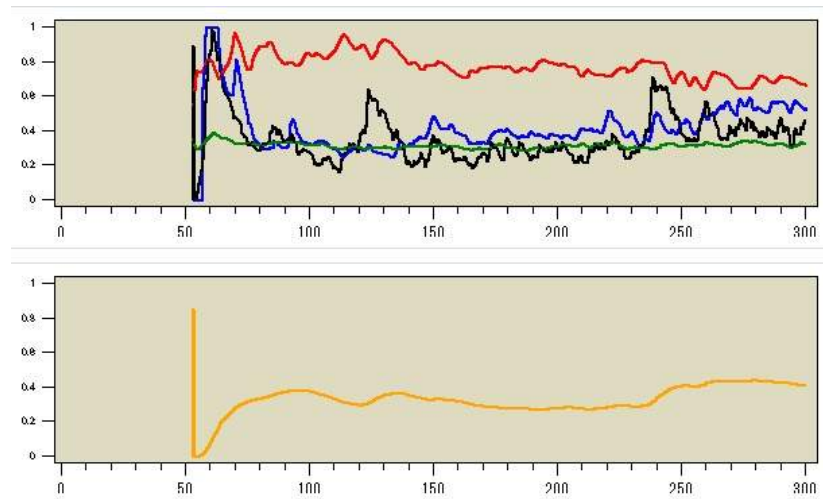


図 3.19 被験者 C に「感動する」種類の動画を見せたときの脳波の様子

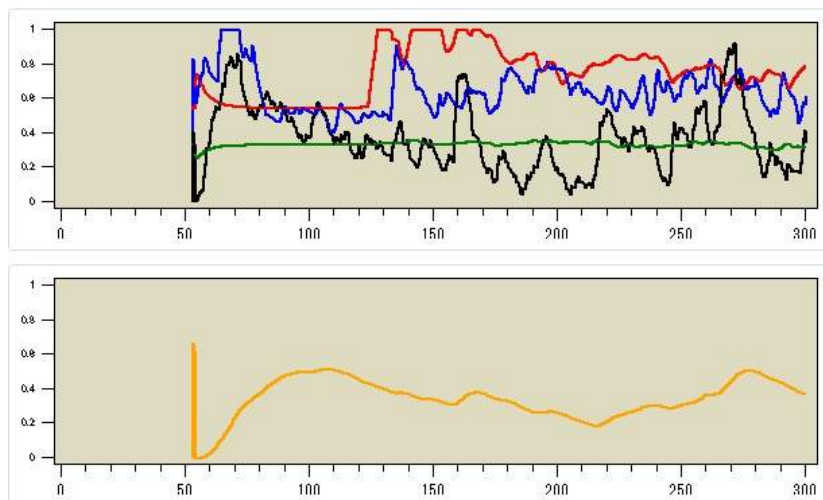


図 3.20 被験者 D に「感動する」種類の動画を見せたときの脳波の様子

## 第 4 章 製作物の提供

プロジェクト学習の研究内容や開発物を外部の方々に発表するために函館学を行った。またアプリケーションの検証を行うために、ワークショップ（東京アカデミーキャンプ，赤川小学校での体験授業）を通して子どもたちに体験してもらった。

（※文責: 山内保奈見）

### 4.1 函館学

函館学とは加盟機関が持つ知的資源を地域住民に知ってもらうとともに，高等教育機関を身近に感じてもらうことを目的とした合同公開講座である。函館学では地元「函館」をキーワードに加盟機関の教職員が講義を行っている。今年の公開講座では，プロジェクト学習の担当教員であるドミニク・バゲンダ・カスツジャ准教授が「食品衛生の情報をもっとわかりやすく」というテーマで6月28日に講演を行った。その講座の間に，本プロジェクトの前期の活動内容を，講座に参加した受講者の方々に向けてプレゼンテーションとデモンストレーションを行った。



図 4.1 函館学の様子 1



図 4.2 函館学の様子 2

（※文責: 山内保奈見）

#### 4.1.1 準備

このイベントには脳波グループからは3人が参加して，2人（草島，日野間）はプレゼンテーション，1人（山内）はデモンストレーションという分担で行った。プレゼンテーションではわかりやすく説明するため，スライドは文章だけを用いるのではなく，脳波の動きの画像、絵を多く使用するといった工夫を加えることで函館学に来てくださった人々にわかりやすく伝えた。デモンストレーションでは失敗がないように練習を何度も行った。発表でははじめに脳波測定器 emotiv について説明し，開発したスペースゲーム，迷路ゲーム，ミッションゲームの3つのゲームを紹介し

た。その中で、迷路ゲームのデモンストレーションを行い、実際に脳波でゲームを動かした。

(※文責: 山内保奈見)

#### 4.1.2 結果

プレゼンテーションやデモンストレーションを大勢の前で行うことによって発表の練習になった。また受講者の方々も興味を持って話を聞いてくれていたので、とてもやりがいがあった。しかし emotiv の不具合があり、本番直前になり慌ててしまうことがあった。また、脳波グループだけ質問や意見が出なかったことが少し気になる点であった。

(※文責: 山内保奈見)

#### 4.1.3 改善点

emotiv の操作の練習を行えば操作性は向上するが、emotiv の電源がつかない、反応しないなどの不具合は練習では補えないことがわかった。そこで改善点として emotiv の確認や準備を事前に入念にしていくことが挙げられた。また発表全体の作り込みがもっとできたのではないかという意見も出た。そこでイベント前にはより多くの準備期間や練習時間も設けることにした。スライドに関しては、プロジェクト学習自体を説明することなども重要だと考えた。

(※文責: 山内保奈見)

### 4.2 東京アカデミーキャンプ

本プロジェクトは、8月18日に行われた東京アカデミーキャンプに参加した。東京アカデミーキャンプとは福島の子どもたちに「大自然の中で思いきり楽しい時間を過ごしてもらうこと」、「集団生活の中で創意工夫して遊びと学びを体験することを通して、これから生きていく力を身につけていくこと」を目的として開催されたイベントである。



図 4.3 東京アカデミーキャンプの様子

#### 4.2.1 準備

各チームからワークショップ参加メンバーを選出した。脳波グループ3人（草島，日野間，山内），ジェスチャグループ1人（茶谷），iPadグループ2人（大西，北村）が参加した。そこで，ワークショップの流れや体験などの企画を考えた。東京アカデミーキャンプのリーダーを日野間に決め，リーダーを中心に参加者で行った。体験企画に関しては脳波グループは学習という面よりも，「最新技術に触れてもらう」ことを目的として提案した。そこで前期に開発した3つのゲームのうち，スペースゲームと迷路ゲームの2つを体験してもらうことにした。なお，ワークショップでは，公立ほこだて未来大学の説明，プロジェクト学習全体の説明，各チームの説明，アプリケーション検証のための事前テスト，アプリケーションの体験，アプリケーション検証のための事後テスト，という流れで行った。ワークショップの準備は参加者が行った。タイムテーブル作成，アンケート作成，検証用テストの考案，スライドの作成，パンフレットの作成，お土産の作成に仕事を分担し，協力し合った。お土産に関しては，曲がる鉛筆とゲーム・デ・エデュケーションのロゴのバッジを手作りで制作した。アプリケーションの体験では3つのブースに分け，子どもたちも3つの班に分け時間がくると次のブースに移動するようにした。脳波グループでは，ゲームは楽しかったか，このゲームで行ったことは勉強になったか，脳波に興味を持ったか，脳波測定器での操作はやりやすかったか，その理由はどのようなところか，どのようにしたらもっと楽しいゲームになると思うか，の6点についてアンケートを行った。

(※文責: 山内保奈見)

#### 4.2.2 結果

前日に子どもたちとともにワークショップに参加し子どもたちと交流することができた。そのため，当日は少し慣れて対応することができた。また子どもたちと共に楽しくワークショップを行うことができた。しかし，emotivの不具合により3台あったemotivのうち1台しかうまく動かなかったため急遽スペースゲームのみを体験してもらうこととなった。そのほかのパソコンでは脳波測定器では動かせないので，ゲームをキーボードだけで動かして体験してもらい，なるべく多くの子どもたちに体験してもらえるようにした。そのためアンケート結果もスペースゲームのことについて回答している。アンケートの結果は以下の通りとなった。

1. ゲームは楽しかったか
  - とても楽しかった:12人
  - 楽しかった:21人
  - つまらなかった:2人
  - とてもつまらなかった:1人
  - 無回答:1人
2. このゲームで行ったことは勉強になったか
  - 勉強になった:30人
  - 勉強にならなかった:1人
  - 無回答:5人

3. 脳波に興味を持ったか
  - 興味を持った:33人
  - 興味を持たなかった:2人
  - 無回答:1人
4. 脳波測定器での操作はやりやすかったか
  - とてもやりやすかった:1人
  - やりやすかった:11人
  - やりにくかった:16人
  - とてもやりにくかった:1人
  - 無回答:7人
5. その理由はどのようなところか
  - やりやすかったと答えた子どもたち
    - － 脳で思ったらそっちの方に行った
    - － 考えただけで動いた
    - － うまく動かせた
    - － うまく操作できなかったが、楽しかった
    - － 自分の考え通りに動いた
    - － 脳波の力で動かせたこと
    - － やりやすかった
  - やりにくかったと答えた子どもたち
    - － 平常心が難しい
    - － 反応が少し遅い
    - － 思ってる方と逆の方に行ってしまう
    - － 時々しか動かない
    - － 脳波が通じなかった
    - － 全然反応しなかった
    - － 感知しなかった
    - － 全然読み取らなくてできなかった
    - － 反応が遅い
    - － 操作の仕方がやりにくかった
    - － 脳波を読み取りづらそうだった
    - － 見ていて自分が思ったところが反応しなかった
    - － 思った通りに行かない
6. どのようにしたらもっと楽しいゲームになると思うか
  - ゲームを簡単にして、操作を楽にできるようにする
  - アイテム
  - 工夫
  - 反応を早くする
  - きちんと読み取るようにすること
  - 感知しやすくする
  - もっとたくさん色を使う
  - 脳波を強くする

## Game De Education

- もっと難しくする
- 綺麗な色を使う
- 操作をしやすくする
- レベルを作ったりする
- アイテムを増やす
- 考えていることを伝わりやすくなるようにする
- ポイントをもっと取れるようにする
- 障がい物を増やす
- レベル設定

(※文責: 山内保奈見)

### 4.2.3 改善点

アンケートの結果からゲームの操作性、難易度の設定、デザインの改善点が見られた。操作性においては emotiv の不具合が起きているものを事前に確認し、使用できる emotiv だけを今後使っていくようにすること、難易度の設定はゲームのはじめに設定できるようにすることが挙げられた。デザインにおいては動く物体や障害物を見やすくしていくことが挙げられた。

(※文責: 山内保奈見)

## 4.3 赤川小学校での体験授業

本プロジェクトの活動の目標でもある、子どもたちが興味を表すゲームと教育を目的とし、公立はこだて未来大学と交流関係にある函館市立赤川小学校に協力してもらった。11月13日、11月20日、12月4日に赤川小学校5年生26人を対象に各グループのゲームの検証のためにワークショップを行った。脳波グループは11月13日にゲームを提供した。



図 4.4 赤川小学校での体験授業の様子



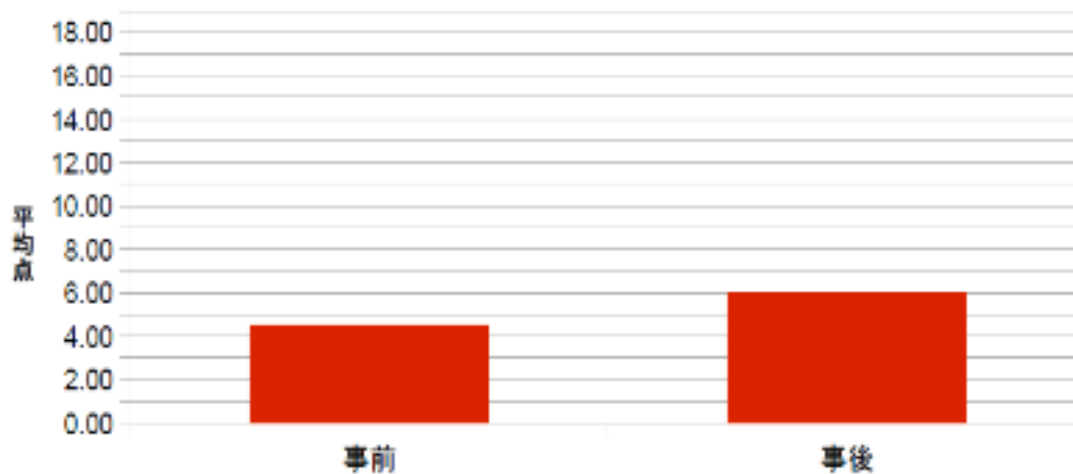


図 4.5 事前・事後テストの平均点

### 4.3.1 準備

アカデミーキャンプで得た意見から、スペースゲームの改善を行った。脳波グループでは最新の科学技術に触れてもらうという目的と学習効果の有意性を示すことを目的とした。そこで英単語クイズゲームを開発した。英単語クイズゲームとは表示された写真に合っている英単語を2つの選択肢から選んで回答するというものである。これらと迷路ゲーム、3つのゲームを体験してもらうことにした。英単語クイズゲームに関して、学習効果があったか検証するために事前テストと事後テストを行ってもらった。3つのブースに分かれ、子どもたちも3つのグループに分かれ、各ブースで時間を決め体験してもらった。ワークショップは、全体の説明、脳波グループの説明、事前テスト、ゲームの体験、事後テスト、という流れで行った。

(※文責: 山内保奈見)

### 4.3.2 結果

emotiv の調子が悪いものがあったためスムーズに進行できない場面もあった。だが、小学生は興味を持って楽しくゲームを体験していた。テストは英単語を回答してもらうもので、小学校5年生にとってはやや難しいものであったため、正答率もあまりよくなかった。平均点は事前テストでは約4.54点であった。その後ゲームを体験してもらい事後テストを行った。事後テストは事前テストと似たようなテストを行い、平均点は約5.96点であり約1.42点の点数アップとなった。この結果でt検定を行ったところ  $t=2.538$  という結果となり、学習効果の有意性を示すことができた。

(※文責: 山内保奈見)

### 4.3.3 改善点

最新の科学技術に興味を持ってもらうことができ、楽しくワークショップを行うことができた。学習効果の有意性も検証できた。しかし、学習効果は従来の方法とどちらが効果があるのかということと比較していない。そこで改善点として従来の学習方法と脳波を使った学習方法ではどちらが

## Game De Education

有意なのか検証する必要があるということが挙げられた。

(※文責: 山内保奈見)

## 第 5 章 中間発表，最終発表

プロジェクトの研究成果や開発物を，公立はこだて未来大学の大学生や教員，そして外部の方に発表するために，中間発表と最終発表を行った。

(※文責: 草島将太)

### 5.1 中間発表

中間発表は，2014 年 7 月 11 日，公立はこだて未来大学 3 階のミュージアムで行われた。ポスターセッションの形式で，メンバーが 3 つのグループ（脳波グループ，ジェスチャグループ，iPad グループ）に分かれ，発表評価者にはそれぞれ自分の興味のあるグループの発表のポスターを見てもらいながら，そのグループの担当者が開発物のデモンストレーションを行いながら説明をする発表形式をとった。

(※文責: 草島将太)

#### 5.1.1 発表準備

中間発表ではプレゼンテーション用のスライドは用いず，ポスターセッションの形式で行ったため，まずはポスターの制作に取り組んだ。ポスターは，プロジェクト全体を総括したポスターを 1 枚と，脳波グループ，ジェスチャグループ，iPad グループの 3 つのグループで 1 枚ずつ制作した。全体を総括したポスターにはプロジェクトの概要と，それぞれのグループの概要，そしてプロジェクト学習としての年間スケジュールをまとめた。各グループのポスターには，前期の中間発表までの活動内容と，今後の展望についてまとめた。脳波グループは，前期に開発した脳波を用いて操作する 3 つのゲーム（スペースゲーム，迷路ゲーム，ミッションゲーム）の概要と，今後の展望についてまとめた。

(※文責: 草島将太)

#### 5.1.2 結果

発表は，ポスターセッションの形式をとった。まずはじめにプロジェクトの代表者がプロジェクト全体を総括したポスターを用いて全体の説明をして，その後 3 つのグループに分かれてそのグループの担当者が適宜説明をし，開発したゲームのデモンストレーションを行った。脳波グループは開発した 3 つのゲームのうち，スペースゲームをデモンストレーションに用いた。ひと通りの説明，発表が終わった後は，発表評価者に，発表技術と発表内容について点数とコメントを記述する発表評価シートを記入してもらった。中間発表を通して，学部生や院生，教員の方など計 46 人が発表評価シートを記入した。結果を見ると，発表技術についての評価は平均 7.0 点，発表内容についての評価は平均 7.5 点であった。発表技術についてのコメントとしては，実際にデモンスト

レーションを見せながらの発表でわかりやすかったという意見や、デザインが統一されたポスターで見やすく、内容を理解しやすかったとの意見が多かったが、声が小さくて聞き取りにくかったという意見や、各グループに分かれてのポスターセッションという形式だと、少しのグループの発表しか見ることができず、全体を見ることができないとの意見もあった。発表内容についてのコメントとしては、目的がはっきりとしていて、何をしたいか、これから何をするのかがわかりやすいとの意見があった一方で、脳波をどのように使っているのか中身を知りたかったという意見や、教育的にどうなのか、どうしてその機能なのか、という質問に苦労していたという意見もあった。

(※文責: 草島将太)

### 5.1.3 反省点

中間発表までには3つのゲームを開発していたが、デモンストレーションとしてはスペースゲームしか行わなかったため、他の2つのゲームもどのように動作するのかというのを実際に見てもらおう、ということが必要であったと感じた。また、5.1.2節で触れたような意見を改善するために、練習を重ねて大きな声で堂々と発表できるようにする必要があることや、プロジェクト全体としての活動はもちろん、それぞれのグループが何をしてきたのかをわかりやすく発表する必要があると考えられた。発表の内容としても、脳波を使ったゲームについて発表するだけでなく、なぜ脳波なのか、脳波をどのように利用しているのか、そして教育にどのように繋がるのかといったことをグループメンバー全員で共有し、発表評価者にわかりやすく伝えることができることが大切であると感じた。

(※文責: 草島将太)

## 5.2 最終発表

最終発表は、2014年12月12日、公立はこだて未来大学3階の大講義室前モールで行われた。スライドを用いたプレゼンテーションの形式で、2台のプロジェクターを用いて、発表を行いながら、同時に録画した開発したゲームのデモンストレーションの様子を発表評価者に見てもらった。

(※文責: 草島将太)

### 5.2.1 発表準備

最終発表は、中間発表でのすべてのグループの発表を見てもらうことができなかったという反省をふまえ、ポスターを作成するだけでなく、プロジェクト学習全体の流れと、各グループの活動内容と成果物をまとめたスライドを作成し、プレゼンテーションを行うという形式とした。ポスターは、中間発表と同様に全体を総括したポスターを1枚、そしてグループごとのポスターを1枚ずつの計4枚を作成した。全体を総括したポスターにはプロジェクトの概要と、それぞれのグループの概要、そして東京アカデミーキャンプ、赤川小学校での体験授業、ウガンダスタディツアーでの成果についてまとめた。脳波グループのポスターには、プロジェクトを通しての活動内容と、東京アカデミーキャンプと赤川小学校での体験授業で子どもたちに提供した3つのゲームの説明、ワークショップでの成果と感情認識の調査より得られた今後の展望についてまとめた。スライドに

については、脳波グループは、プロジェクト活動を通しての目的と、東京アカデミーキャンプや赤川小学校での体験授業といったワークショップで子どもたちに提供した脳波で操作する3つのゲームについてと、実際に体験してもらってどのような結果が得られたか、どのような感想を持ったかについてのアンケートの結果をまとめ、また、感情認識についての調査結果と、その結果から将来的にどのようなアプリケーションを開発することができそうかについての考察をまとめた。

(※文責: 草島将太)

### 5.2.2 結果

発表は、2台のプロジェクターを用いて行った。1台のプロジェクターではスライドを用いたプレゼンテーションを行い、もう1台ではプロジェクトを通して各グループが開発したゲームのデモンストレーションの様子を録画し、再生した。プレゼンテーションは、はじめにプロジェクトの代表者がプロジェクト学習全体のテーマと内容を発表し、その後脳波グループ、ジェスチャグループ、iPadグループの順に活動内容と成果物の発表を行い、最後にプロジェクト学習全体の総括をする、という流れとした。また、作成した4枚のポスターを発表スペースに置き、発表評価者が自由に見ることができるようにした。発表が終わった後は、中間発表と同様に、発表評価者に発表評価シートを記入してもらった。学部生や院生、教員だけでなく、外部からの高校生や小学校の先生といった幅広い層の計92人が発表評価シートを記入した。結果を見ると、発表技術についての評価は平均7.6点、発表内容についての評価は平均8.3点と、中間発表よりも高い評価を得ることができた。発表技術についてのコメントとしては、順を追った説明で、根拠の提示も理解しやすかったという意見や、具体的な例を挙げる発表の仕方はわかりやすかったという良い意見もあったが、声が小さくて聞こえない、スライドを見ながら話されると、発表評価者に声が届かない、といった意見が多かった。発表内容についてのコメントとしては、t検定を行うことにより、結果が数値化されていて説得力があった、という意見や、集中力などの観点から理解力との関連性を見出す研究にとっても興味を持てた、という意見があった一方で、なぜ脳波を使ったのかがはっきりしていない、という意見や、学習効果があることを示すだけでなく、他の学習方法と比較する必要があるといった意見もあった。

(※文責: 草島将太)

### 5.2.3 反省点

最終発表では、発表の最中にプロジェクターが動作しなくなってしまい、発表を中断せざるを得なかったというアクシデントがあったため、予めこのようなアクシデントが発生したときに、うまく対処できるよう準備しておく必要があったように感じた。また、5.2.2節で触れたように、発表するときはスライドの方を向いて話すのではなく発表評価者の方を向いて話さなければ、発表評価者に声が聞こえないことが反省点として挙げられる。発表の内容に関しても、活動内容や成果物だけに重点を置いて発表するのではなく、なぜ脳波といった技術を利用したのかという背景もしっかりと発表する必要があった。また、脳波を用いた学習の有意性のみを示すのではなく、他の学習方法との比較を行うことでより意味のある研究になったであろうと考えられるので、準備不足であったと感じた。



## 第 6 章 まとめ

### 6.1 プロジェクトの成果

#### 6.1.1 前期

プロジェクト学習の前期では、脳波グループは主に学校などの教育現場にゲームを取り入れ、子どもたちに最新の科学技術に興味を持ってもらえるような脳波を利用した新しい形式のゲームを提供するために、3種類の3Dゲームを開発した。脳波を測定するにあたり私たちは、脳波測定器である emotiv を用いた。本グループが前期に開発した脳波を利用したゲームは、スペースゲーム、迷路ゲーム、ミッションゲームの3つである。これらのゲームを開発するにあたって教員の助言もあり、私たちは Unity という3Dゲームの開発環境を使用することにした。1つ目のスペースゲームは、emotiv で脳波を測定し、読み取った脳波をキーボードのキーに対応させてスペースシャトルを左右に動かすことで迫ってくる障害物を避けながらゴールを目指す、というゲームである。また、本ゲームではゴールするまでの間にとった行動でスコアが変わるようになっており、ハイスコアを目指すことで繰り返しゲームが楽しめるようになっている。ハイスコアは記録され、タイトル画面で確認することができる。このゲームではBGMや効果音、障害物の他にも黄色いリングや虹色のオーブが出現し、ゲームを盛り上げている。黄色いリングはポイントアップの役割を担い、虹色のオーブは触れると一定時間の間に障害物から受けるダメージを無効化する、という効果が付与されている。また、このゲームは難易度が Easy, Normal, Hard の3段階に分かれており、プレイヤーのレベルに合わせてゲームをプレイすることが可能になっている。2つ目の迷路ゲームは、emotiv で脳波を測定し、読み取った脳波をキーボードのキーに対応させることで、プレイ画面上のボールが乗っている床を上下左右に傾け、目的地にボールを移動させるゲームである。このゲームの特徴は前述した床を上下左右に傾けるということであり、ゲームがシンプルかつ楽しめるようにできており脳波での操作が初めてのプレイヤーでもとつきやすくなっている。本ゲームではBGMやクリア時の効果音、クリア後の画面などをゲームに取り入れることでゲームを盛り上げている。3つ目のミッションゲームは、迷路ゲームと同様に emotiv で脳波を測定し、読み取った脳波をキーボードのキーに対応させることでキャラクターを上下左右に操作し、マップ上に存在するアイテムを制限時間内に回収するというゲームである。このゲームは子どもたちが楽しめるように背景やキャラクターがデザインされている。このゲームはアイテムの配置などにランダム性を持たせることで子どもたちが繰り返し楽しめるように開発されている。前期では私たちは以上3つのゲームを開発した。私たちは開発の途中で一度、函館学という発表場所を得ることができ、私たちはそこで脳波とは何か、なぜ脳波を利用したゲームを開発するのか、emotiv とは何か、どんなゲームを開発しているのか、脳波を利用したゲームは学習にどれくらい役立つのかなどについて発表を行った。また、emotiv を利用したデモンストレーションを行い、参加者に脳波を使ったゲームに興味を持ってもらうことができた。私たちは、函館学で頂いた意見やなどもゲームに取り入れこれらのゲーム開発にあたることができた。中間発表では、ポスターを作成し、今までの活動について説明することができた。さらに、実際に emotiv で3Dゲームを体験してもらうことができた。実際に体験してもらうことで発表評価者によりゲームを理解してもらうことができた。また、実際に体験してもらったことで、アンケートとは別にたくさんの意見を得ることができた。前

期の成果及び活動内容をまとめたものを下記に記載する。

- スペースゲームの開発・改善
- 迷路ゲームの開発・改善
- ミッションゲームの開発・改善
- 函館学での発表
- 中間発表

(※文責: 加藤大士)

### 6.1.2 後期

プロジェクト学習の後期では、来年度のプロジェクトへの引き渡し準備と共に、私たちは脳波を利用した学習ゲームは学習に有用かどうかを調べるために新しいゲームの開発を行い、また開発したゲームの効果を確認するために東京アカデミーキャンプと函館市立赤川小学校での全2回のワークショップを行った。私たちが新しく開発したゲームは emotiv を利用した英単語クイズゲームである。このゲームは制限時間内に画面に表示されるイラストと同じ意味を持つ英単語を、2つの選択肢から emotiv を使用して脳波を読み取り、キーボードのキーに対応させることで機体を左右に操作して1つ選んでもらうといったものであり、問題は10問出題されるように設定されている。英単語を間違えると正しい解答と説明文が書かれている画像が表示されるようになっており、間違えたままにならないように工夫されており、学習効率も高めている。また、BGMや効果音なども導入されている。さらに、ゲーム進行中は現在の正解数や残り時間などを確認することができるようになっており、10問全て解き終わると、プレイヤーが何問正解したかなどが、正解数に合わせたイラストとグレードでわかりやすく表示されるようになっており、このゲームで表示される問題は10回繰り返される中で問題が重なることはなく、さらに多くの問題の中からランダムに10問が選ばれるようになっており、以上の多彩なゲーム要素で繰り返し楽しみながら学習ができるように開発されている。私たちは前期で開発したスペースゲームを東京アカデミーキャンプのワークショップで福島県の子どもたちに体験してもらい、スペースゲーム、迷路ゲーム、英単語クイズゲームの3つのゲームを函館市立赤川小学校の5年生に体験してもらった。東京アカデミーキャンプでは、実際にスペースゲームを福島県の子どもたちに体験してもらうことで中間発表同様にアンケート以外でも多くの意見を聞くことができた。東京アカデミーキャンプでは、emotiv がうまく脳波を読み取らないというトラブルが多少発生したが、概ねスペースゲームを楽しんでもらうことができた。赤川小学校のワークショップでは、スペースゲーム、迷路ゲーム、英単語クイズゲームの3つのゲームのうち特に英単語ゲームが人気だった。赤川小学校のワークショップではクイズゲームの改善点についての意見をグループメンバーに直に話してくれる子どもたちが多く、とても素晴らしい意見を多く得ることができた。また、子どもたちにもゲームを楽しんでもらうことができたと感じた。しかし、赤川小学校のワークショップでも emotiv での脳波の読み取りに不具合が発生することがあった。東京アカデミーキャンプでは35人の子どもたちがゲームを体験し、ワークショップ直後に行ったアンケートでは多くの意見を得ることができた。また、このアンケートで35人中33人が先端技術に興味を持ってくれたことにより、脳波を用いたゲームには先端技術に興味を持たせる効果があることがわかった。また、函館市立赤川小学校ではワークショップの前後で子どもたちに対して2度簡単な英単語の小テストを行った。これは英単語クイズゲームでどの程度の学習ができるのかを測定するためのものである。子どもたちに英単語クイズゲームで1人あたり1度



から2度体験してもらった後の英単語の小テストは、事前に行った英単語の小テストよりも点数が1.42点向上した。これはt検定によって、英単語クイズゲームが有意であるということがわかり、脳波を用いた学習ゲームは学習に有用であるということがわかった。後期で本グループは、英単語クイズゲームを開発し、さらに東京アカデミーキャンプと函館市立赤川小学校での全2回のワークショップを通じて脳波を利用したゲームは先端技術に興味を持たせる効果があること、脳波を利用した学習ゲームは学習効果があるということを検証することができた。また、脳波グループは東京アカデミーキャンプと函館市立赤川小学校での全2回のワークショップを通じて子どもたちに脳波を利用したゲームを提供して体験してもらうことができ、当初の目的を達成することができたと考えられる。最終発表では、上記の前期及び後期の活動を全てまとめたポスター及びスライドを使用し、発表を行った。最終発表では時間の関係上、実際にデモンストレーションを行うことはできなかったが、プロジェクターを使用し、全てのゲームのプレイ動画の上映を行った。これにより、発表評価者により理解を深めてもらうことができた。また、理解してもらえたことにより、多くの意見をj得ることができた。また、私たちはemotivの新しい可能性及び新たな問題を発見するために、タケダ食品とワークセンター一条を訪ねた。いかの塩辛工場では障がい者も多く働いており、労働者の席の配置などについての問題が上がっていた。また、脳波グループはこれらの企業の問題に対してemotivの感情を測定する機能が役に立つのではないかと考え、席配置アプリケーション及び衛生教育アプリケーションを考案した。後期の成果及び活動内容をまとめたものを下記に記載する。

- スペースゲームの改善
- 英単語クイズゲームの開発
- 東京アカデミーキャンプでのワークショップ
- 函館市立赤川小学校でのワークショップ
- 最終発表
- タケダ食品・ワークセンター一条の見学
- 席配置アプリケーションの考案
- 衛生教育アプリケーションの考案

(※文責: 加藤大士)

## 6.2 改善点

### 6.2.1 前期

プロジェクト活動の前期で、私たちは函館学において参加者の方々から得たそれぞれのゲームにおける意見を3つの3Dゲームに取り入れた。函館学では3つのゲーム全てにおいてゲームのデザインや効果音の有無などを指摘されたため、私たちは背景イラストの変更とゲームへ効果音を追加するなどしてゲームを改善した。また、中間発表の調査アンケートではスペースゲーム、迷路ゲーム、ミッションゲームの3つのゲームがどれもゲーム・デ・エデュケーションの目的に沿っておらず、学習できるシステムが搭載されていないのではないかなどの指摘が見られた。そこで、私たちは脳波グループは新しく学習を支援するシステムを搭載するゲームを考案することにした。またスペースゲームについては難易度の設定ができるようにした方がいいという意見や、障害物とは別に何かアイテムのようなものが欲しいなどという意見が見られたため、私たちはスペースゲームにEasy, Normal, Hardの3段階の難易度とポイントが上がる黄色いリングや一定時間障害物によ

るダメージを無効化する虹色のオーブを取り入れるなどしてゲームの改善を行った。また、中間発表でダメージを受けた時にプレイヤーにわかりやすくするために何か起こってほしいという意見も上がったため、ダメージを受けた時のエフェクトを追加することでゲームのデザイン性を高めることに成功した。また、ゴールの位置がわかりにくいという意見を得ることができたため、私たちはわかりやすい大きなゴールを作成し、ゴール地点がわかりやすくなるように工夫を加えた。また、迷路ゲーム、ミッションゲームの2つのゲームについては共通でクリア時の演出が物足りないという意見があったため、クリア画面を新しくするなどしてゲームを改善した。迷路ゲームではさらに中間発表で得た意見を採用し、スタート画面を作成しゲームのデザイン性を高めた。結果的に、迷路ゲーム、ミッションゲーム共にクリア画面からスタート画面に戻るようにして、ゲームを繰り返し楽しめるように工夫した。下記に私たちが前期でゲームの改善を行った点をまとめて記すことにする。

- 背景イラストの変更
- BGM, 効果音の追加
- ダメージを受けたときのエフェクトの追加
- ゴールの作成
- 3つの難易度 (Easy, Normal, Hard) の作成
- 障害物以外のアイテムの追加
- クリア時の演出の追加
- スタート画面の作成
- コンティニュー機能の追加

(※文責: 加藤大士)

### 6.2.2 後期

プロジェクト活動の後期で、私たちは東京アカデミーキャンプと函館市立赤川小学校の全2回のワークショップでのアンケート及び公立はこだて未来大学での最終発表での調査アンケート、以上3つのアンケート及び実際に体験してもらった人々から得た意見から改善を行った。東京アカデミーキャンプのワークショップでのアンケートでは、スペースゲームについて多くの意見を得ることができた。特に障害物の速度や脳波測定器である emotiv の脳波の読み取り精度についての意見が多かった。そのため、私たちは適切な速度で障害物が迫ってくるように工夫することでゲームの改善につなげた。また、来年度のプロジェクト学習でも使用することが予測される emotiv の精度の確認を行うことにした。函館市立赤川小学校のワークショップで実施したアンケートについても emotiv 本体の精度に対する意見が多く寄せられたことから、やはり emotiv の精度の再確認と改善が必須であると考えることができた。そこで、私たちは来年度も使用することが考えられる emotiv の精度確認に使用できるゲームやアプリケーションの考案をすることにした。さらに、赤川小学校のアンケートでは、英単語クイズゲームにも難易度が欲しいという意見を得ることができたため、難易度の設定と新しい問題の作成を行う予定である。また、最終発表では脳波を利用した学習効果の有意性を調べるよりも、他の学習方法との比較を行った方が良いなどの意見が多く見られた。そこで、来年度への引き継ぎ時に今までいただいた意見と同様にまとめさせていただき来年度からプロジェクト学習での研究の仕方を改善するのに使用することにした。具体的には、ゲームを行う前後で小テストなどを行うのではなく、ゲームを使用して学習した場合とゲームを使用せず

に学習を行ったときの点数の変化を比較するなどして実験を行う予定である。以上のことが後期の活動で得た改善すべき点であった。下記に私たちが後期でゲームの改善を行った点及び今後改善すべき点をまとめて記すことにする。

- スペースゲームにおいて、プレイヤーに迫る障害物を、適切な速度に設定
- emotiv の測定精度の向上
- 英単語クイズゲームの難易度、新しい問題の作成
- 実験方法の変更

(※文責: 加藤大士)

### 6.3 今後の展望

私たち脳波グループは、この1年間を通してのプロジェクト活動の成果を来年度に引き継ぎができるように今までの函館学や東京アカデミーキャンプ、函館市立赤川小学校、また中間発表と最終発表で得たゲームやプロジェクト活動そのものに対する意見やアンケートなどを全てまとめたものを製作する予定である。また、私たちは今まで開発してきたスペースゲーム、迷路ゲーム、ミッションゲーム、英単語クイズゲームの4つのゲームも来年度参考になるように改善を施した完全版を残していく予定である。さらに、私たちは余裕があれば emotiv の精度確認で利用する予定の、3.2章で記載されたタケダ食品とワークセンター一条の訪問により考案することができた席配置アプリケーションの開発を今の時点から進めていくことを考えている。席配置アプリケーションは上記の通り、emotiv で人間の感情を読み取って相性の良い人同士の席を近くに配置するアプリケーションである。この席配置アプリケーションを使用することで、emotiv 本体の精度確認とともに脳波測定器 emotiv による教育環境のデザインの可能性を来年度の後輩たちに指摘することができるのではないかと考える。また、emotiv の使用方法やゲームの開発の仕方などもわかりやすく説明できるものを残していきたいと考えている。私たちは、来年度のプロジェクト活動では、emotiv の脳波測定により測定者の感情や表情を読み取り、それらの情報を活かしたゲームなども取り扱えるように環境の準備をする予定である。以上記したことが私たちの今後の展望と来年度の引継ぎ事項である。下記に今後の展望及び来年度の引継ぎ事項をまとめて記すことにする。

- 今年度いただいたアンケートを全てまとめる
- すべてのゲームの完全版を残す
- 席配置アプリケーションの開発
- emotiv の使用方法の説明文作成
- ゲームの開発の仕方のマニュアル作成
- 感情や表情の情報を活かしたゲームが取り扱える環境の準備
- 新しい研究方法の考案

(※文責: 加藤大士)

## 参考文献

- [1] <sup>ふじもととおる</sup>藤本 徹. デジタルゲーム学習 シリアスゲーム導入・実践ガイド. 東京電機大学出版局, 2009.
- [2] 世界のユニポスから. テガラ株式会社. <http://www.tegara.com/newsletter/2011/12/vol.30-unipos.html>, (参照 2015-1-21).
- [3] BEYIN MUHENDISLIGI. BiLiMOKULU. <http://www.bilimokulu.com/beyin-muhendisligi-atolyesi/#prettyPhoto>, (参照 2015-1-21).
- [4] 脳波計開発キット・カタログ. INNOVATEC. <http://micobyneurowear.com/>, (参照 2015-1-13).
- [5] <sup>しょうだつ や の</sup>掌田津耶乃. 見てわかる Unity ゲーム制作超入門. 寿和システム, 2013.