

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

ジェスチャグループ

Group Name

Gesture Group

プロジェクト番号/Project No.

12-B

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

1012075 茶谷浩基 Hiroki Chaya

グループメンバ/Group Member

1012036 福井亮介 Ryosuke Fukui

1012041 淋代真一 Shinichi Rindai

1012075 茶谷浩基 Hiroki Chaya

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理科の分野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、子どもたちを引きつけ、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。

ジェスチャグループでは、最近問題となっている運動不足の子どもたちが多くなってきていることに着目した。この問題を解決するために、体を動かしながら楽しく学習できるゲームを開発し、子どもたちに提供する。そこで、開発したゲームに学習効果に有意性があるのかについて検証を行うために、ゲームをやる前とやった後にゲームの内容に関する問題を解いてもらい、ゲームについての意見や感想などをもらう。その結果からジェスチャを用いるゲームの改善を行っていく。

キーワード 教育, ゲーム, ジェスチャ

(※文責: 茶谷浩基)

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 and gesture interfaces. 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 Gesture group, we adopted problem which a lot of children don't get enough exercise. To solve this, we develop learning games which use gesture. Then, we provide our games to children. To inspect learning effect, we get children to answer questions which are related to contents of learning game. Also, we get children to give opinions and impressions. From them, we improve our games.

Keyword education, game, gesture

(※文責: 茶谷浩基)

目次

第 1 章	はじめに	1
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
第 2 章	プロジェクト学習の概要	3
2.1	問題の設定	3
2.2	課題の設定	3
2.2.1	前期	3
2.2.2	後期	4
2.3	到達目標	4
2.4	課題の割り当て	4
2.4.1	福井亮介	4
2.4.2	淋代真一	5
2.4.3	茶谷浩基	5
第 3 章	課題解決のプロセス	6
3.1	課題解決の方法	6
3.2	製作物	6
3.2.1	血液循環ゲーム	6
3.2.2	植物育成ゲーム	10
第 4 章	製作物の提供	13
4.1	函館学	13
4.1.1	準備	13
4.1.2	結果	13
4.1.3	改善点	13
4.2	東京アカデミーキャンプ	14
4.2.1	準備	14
4.2.2	結果	14
4.2.3	改善点	16
4.3	赤川小学校での体験授業	16
4.3.1	準備	16
4.3.2	結果	17
4.3.3	改善点	20
第 5 章	中間発表, 最終発表	21

5.1	中間発表	21
5.1.1	発表準備	21
5.1.2	結果	21
5.1.3	反省点	21
5.2	最終発表	22
5.2.1	発表準備	22
5.2.2	結果	22
5.2.3	反省点	22
第 6 章	まとめ	23
6.1	プロジェクトの成果	23
6.1.1	前期	23
6.1.2	後期	23
6.2	改善点	24
6.2.1	前期	24
6.2.2	後期	25
6.3	今後の展望	25
	参考文献	26

第 1 章 はじめに

1.1 背景

本プロジェクトでは教育を支援するコンテンツを毎年企画し、開発している。昨年度のプロジェクト学習は「アニメーション」をテーマとして、国内グループと海外グループに分かれて活動して、国内グループはアニメーションを利用した iPad アプリケーションを開発し、海外グループはウガンダ共和国の中学校受験を控えた子どもたちに向けた試験勉強用のアニメーションコンテンツを開発した。開発したアニメーションを、東京アカデミーキャンプと函館市立赤川小学校でワークショップで提供することで、アニメーションによる学習効果の有用性の検証を行った。プロジェクト学習を通して、アニメーションがもたらす映像による内容理解や子どもたちの興味を引き出すことに成功して、アニメーションは教育に貢献することを証明した。私たちは昨年度までのアニメ・エデュケーションの成果を踏まえて、アニメーションは言語を用いていたが、非言語によるアプリケーションでも学習の内容理解を深めることができるか検証するというさらに発展した問題解決策を掲げ、ジェスチャ・インタフェースとブレイン・マシン・インタフェースを新たに導入することを決定した。また、アニメーションは視覚と聴覚を用いて学習理解を深めていたが、視覚と聴覚に加え、体を動かすことや人間の感情を利用することにより学習効率が上がることを検証したいと考えた。ゲームは小学生の遊びとして国内だけではなく海外でも浸透しており、友だち同士で楽しむためのツールとなっていることから、ゲームを用いることは子どもたちの興味を引き出すことができると考え、本プロジェクトではゲーム開発を行う経緯に至った。

(※文責: 福井亮介)

1.2 目的

本プロジェクトは、子どもたちに開発したゲームをプレイしてもらうことによる学習で、ゲームによる学習効果の有意性を検証することが目的である。ジェスチャグループの目的は動作を認識する Kinect をデバイスとしてジェスチャを使ってプレイするゲームを開発して、函館市立赤川小学校の子どもたちにジェスチャを使った授業を行うことで、ゲームの有意性を検証することである。具体的には、ゲームを用いることで理科の勉強を楽しいと思ってもらい、学習意欲を高め、体を使って何度も繰り返すことで覚えにくいと感じていた学習内容を覚えてもらい、理科離れの問題を解消することである。また脳波グループは脳波測定器を使用し、最新の科学技術を子どもたちに体感してもらい、新しい学習方法やゲームの未来を体感してもらうコンテンツを開発して、子どもたちの学習の興味を引き出すことが目的である。iPad グループは海外のウガンダ共和国では中学校受験をする子どもたちは 1 日 8 時間以上勉強に使い、テストの詰め込み授業が行われているため学習がおもしろくないと感じているという問題を解決するためにゲームを用いて学習していると感じさせない楽しいコンテンツを開発することに加え、言語を変更して、日本の小学生向けにもゲームを開発することが目的である。

(※文責: 福井亮介)

1.3 従来例

日本の小学校では、板書もしくは教科書を扱いながら学習を行っていることが多い状態である。他には、理科のように観察や実験が必要な教科に関しては、実際に観察や実験を行ってはいるが、安全でコストの低いものに限定されている。このような状況では子どもたちが、実際の化学現象や自然現象を正しく理解できずに興味を持つことができないのではないかと考える。

(※文責: 福井亮介)

1.4 従来の問題点

日本の小学校の学習において、板書や教科書を扱った授業形式が多く、観察や実験を行うことが少ない。観察や実験では、多くの時間やコストを要すること、教科書だけでは説明しきれない内容を扱っているため、「理科離れ」という問題が存在している。これは、子どもたちが理解しにくいと感じていることを結果だけを教えていることが原因である。このことから、小学生のうちから理科の授業に興味を持たなくなり、中学校や高校に入学してから発展した授業について行くことができなくなる子どもたちが増えているのではないかと考えた。実際に赤川小学校の子どもたちに理科が苦手である理由を聞いてみたところ、「意味がわからないから」といった意見があった。そこで何故この現象が起きるのか、どういう状況で起きるのかを正しく理解してもらうために、実際に本人に同じ内容の実験を行ってもらうことで理解する必要があると考えた。

(※文責: 福井亮介)

1.5 課題

以上の問題を解決するために、本プロジェクトではゲームを用いた教育をテーマとした。ゲームは子どもたちの間でも楽しく遊べるツールとして身近に浸透しており、インターネットを通じてパソコンなどでプレイできる学習ゲームも多く存在していることから、ゲームは子どもたちの興味を引き出し、学習効果を促すという特徴がある。この特徴を活かして、ジェスチャグループは体を動かして学習することによるメリットを活かしたゲーム開発を行うことを課題として、脳波グループは脳波を利用した最新の科学技術を子どもたちの体験してもらうゲーム開発を行うことを課題として、iPad グループはクイズ形式による iPad アプリケーションを開発することを課題として、東京アカデミーキャンプ、ウガンダスタディツアー、函館市立赤川小学校においてワークショップを開き、ゲームによる学習効果に有意性があるのかについて検証を行い、結果から得られた子どもたちの意見をもとにゲームの改善を行う。

(※文責: 福井亮介)

第 2 章 プロジェクト学習の概要

2.1 問題の設定

現在の教育では、先生が板書を行ったり、教科書やノートを扱った、見る・書くの授業形式が多く、子どもたちに興味を持ってもらいにくい。そこで、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、iPad を用いて人間の感情や非言語情報を取得して言語や文化を問わずに教育に役立つことができるアプリケーションやゲームの開発を行うことで、子どもたちの興味を引きつけ、積極的に学習をしてもらう。ゲームによる学習効果を検証する場として、国内では東京アカデミーキャンプではワークショップに参加している福島県の子どもたちに、函館市立赤川小学校では小学 5 年生の子どもたちにゲームを提供する。国外では、ウガンダ共和国の中学校の受験を控えた子どもたちに試験対策のためのゲームを提供すると共に国際交流を深め、国や地域の文化などの国際理解を深める。

(※文責: 淋代真一)

2.2 課題の設定

2.2.1 前期

函館市立赤川小学校での出張授業などでは、人数が多いと実現できないため少人数で行う必要がある。グループ全員の経験を用いて 1 人で行うよりも内容の良い学習ソフトを考案することができる。通常の授業では答えのあるものを学習するが、図 2.1 に示したような使用する人の動作を捉えることができる Kinect[1] と Unity の連携など新しいこと(教科書などが無い開発)に取り組むことができる。東京アカデミーキャンプでワークショップに参加している福島県の子どもたちに開発したゲームを提供して、体験を行ってもらった。そこで、ジェスチャを用いたゲームの学習効果に有意性があるのかについて検証を行うために、ゲームを行う前と行った後にゲームの内容に関係している問題を解いてもらい、その結果を用いて t 検定を行った。また、小学生に最新の科学技術への興味を引き出すと共に理科の学習ゲームを体験を行うことで、普段とは違う学習方法を取り上げることで理科学習の定着を図っていく。ゲームを体験してもらってから、ジェスチャを用いたゲームにおいて、今後どのようにしていくことでよりおもしろいゲームになると思うのかについて子どもたちの意見を集計し、ゲームの改善を行い、ゲームの完成度を向上させた。

(※文責: 淋代真一)



図 2.1 Kinect

2.2.2 後期

前期の課題や発表結果を踏まえて、ゲームの細かい改善を行う必要がある。特に Kinect の操作に慣れていない人が操作を行う場合には、前期で考えていた以上に難しく感じていることがわかったので、操作の判定や動きのなめらかさを調整することが重要であると考えた。また、ゲームオーバーになると、子どもたちの学習意欲が阻害されてしまうので、ゲームをクリアできるような難易度に調整した上で、何度もやってもらえるようにするために開発に工夫が必要である。以上の課題を解決することで子どもたちに不満を感じさせずにゲームに打ち込むことができるようになり、学習効果の向上が期待できると考える。

(※文責: 淋代真一)

2.3 到達目標

ジェスチャグループでは小学生向けの理科の学習ゲームを開発する。ジェスチャを用いたゲームを東京アカデミーキャンプ、函館市立赤川小学校の子どもたちに提供して、実際に体験を行ってもらう。ジェスチャを用いたゲームの学習効果に有意性が得られるものなのかについて検証を行うために、ゲームを行う前と行った後にゲームの内容に関係している問題を解いてもらい、その結果から t 検定を行う。有意性が示された場合は今後どのように開発することでさらに学習効果を示すことができるのかについて考え、さらなる開発を行う。有意性を示すことができなかった場合は何故学習効果を得ることができなかったのかを考え、実際にゲームを体験した子どもたちの意見をもとに改善を行っていく。

(※文責: 淋代真一)

2.4 課題の割り当て

2.4.1 福井亮介

開発班として活動を行い、ジェスチャグループのリーダー補佐として、グループリーダーのサポートを行った。ゲームに必要な BGM や効果音、ゲームのデザインを担当し、教員とのゲームの進捗管理を行い、改善点を把握し、他の開発班のメンバーと連携を取り、テストプレイを行うことで、開発班の管理も行った。

(※文責: 淋代真一)

2.4.2 淋代真一

年間を通して開発班として活動を行った。主にプログラミングを担当し、3D ゲーム開発環境である Unity と Kinect の連携を行い、前期では血液循環ゲーム、後期では植物育成ゲームの開発を中心になって行った。また、東京アカデミーキャンプ、函館市立赤川小学校でのワークショップのイベントのアンケートの集計を行い、ゲームを提供する上での改善点をまとめて、ゲームに反映をさせた。

(※文責: 淋代真一)

2.4.3 茶谷浩基

ジェスチャグループのリーダーを務め、アイデアを出したり担当教員との連絡を行い、開発班のサポートを中心に行った。ゲームの内容や何を学習させることが目的であるのかを開発班の進捗を管理しながら把握し、ワークショップや外部での説明を行う際にその内容の説明を行った。また、ゲームの学習効果の検証を行うための問題の作成を行い、学習効果の検証を行うために t 検定を行い、学習効果が有意であることを示した。

(※文責: 淋代真一)

第 3 章 課題解決のプロセス

3.1 課題解決の方法

上記の課題については順に解決を図った。グループでの話し合いで学習内容、それを学ばせる方法、楽しませる方法などを考えた。その後ゲームの土台となる部分を、3D ゲームの開発環境であり、かつジェスチャを用いて操作を行うための Kinect と連携させることができる Unity で開発を行い、骨組みが完成させた後は、プログラミングなどを細かく行っていき、考えたゲームの内容に近づけていき、完成させた。バグなどの修正に必要な部分が残らないように、工程ごとにテストプレイを行い、修正部分を発見し次第修正するなど慎重に開発を行っていった。発表準備について、発表用スライドやポスターなどを、目的と活動内容、ゲームの内容説明、ゲームのスクリーンショットなどを用いて作成した。ここでも分かりやすく間違いなく相手に伝えられるように、慎重に確認を行っていった。発表について、函館学の発表では、グループの活動内容などを説明するプレゼンテーション資料を作成し、ゲームのデモンストレーションの準備をして発表を行った。東京アカデミーキャンプや函館市立赤川小学校でのワークショップでは、実際に小学生にゲームをしてもらい、ゲームによる学習効果に有意性が見られるのか検証をするために、ゲームを行う前と行った後でゲームの学習内容に関係する問題を解いてもらい、その結果から t 検定で検証を行った。また、ゲームの結果と感想をいただき、それらの発表で得られた意見をもとに、最終発表に向けてゲームの改善を行った。

(※文責: 淋代真一)

3.2 製作物

ジェスチャグループでは 2 つのゲームを開発した。血液の流れを学習する血液循環ゲームと、植物の成長に必要なものは何かを学習する植物育成ゲームである。血液循環ゲームは Kinect を使ったことのない人でも簡単に操作できるように右手のみを使用するものとなっており、植物育成ゲームはやや難易度をあげ、両手を使用するものとなっている。

(※文責: 淋代真一)

3.2.1 血液循環ゲーム

血液循環ゲームは、人間の血液はどこをどのようにして流れているのかを学習するためのゲームである。Kinect での操作は、図 3.1 で示したように右手のみを使用する。Kinect で手の座標を捉えて、上下で前進、後退の操作、左右で視点の変更を行うことができる。

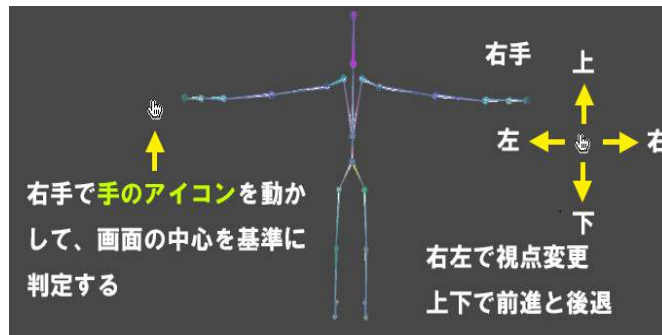


図 3.1 操作方法

図 3.2 に示したように、現在走っている場所の名称を「右心房」「左心室」のように画面の右上に表示し、流れる順序と場所の名称を学習することに役立てるようにした。さらに、画面の左上にマップを表示することで現在地をわかりやすくすることで循環の様子をより強く印象づけるようにした。道を間違えれば図 3.3 に示したように「逆走中」の文字が表示され、正しい順序で走ることを促されるため、間違いがあった場合は気付くことができる。学習者が車を操作して血管を正しい流れで走ることができればクリアとなり、ゴールにたどり着くと残り時間に応じて得点が表示され、得点の向上意欲が反復学習に繋がるように設計されている。小学生はゲームをクリアできないと続ける意欲が阻害されてしまうため、ゲームの残り時間は開発者がクリアにかかった時間の倍とかなり多めに設定した。また、学習者は Kinect の認識がうまくいかないと、必要以上に手を激しく動かそうとしてしまうため、Kinect が捉えている手の位置がいつでもわかるように現在の手の座標によって動く手のアイコンを表示した。このゲームはスタート時に血液循環に関する解説があるものと解説を入れずにゲーム開始後すぐにスタートすることができるものの 2 つの種類を用意した。解説には、図 3.4, 図 3.5, 図 3.6, 図 3.7, 図 3.8 に示したような、動脈と静脈、心臓の役割、心臓の構造やどの順番を通っているのかを入れた。これは血液循環に関して学習していない人が新しく学習する場合と、学習している人が確認する場合にそれぞれ対応するためである。

(※文責: 淋代真一)

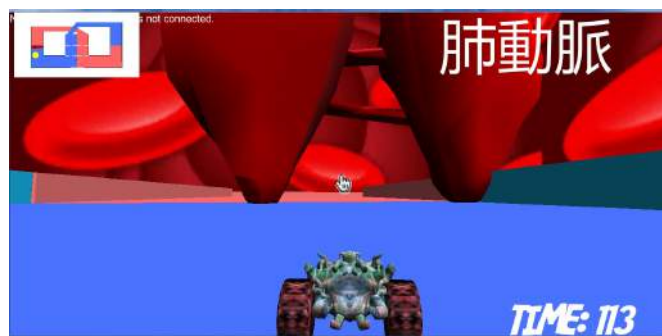


図 3.2 血液循環ゲーム



図 3.3 逆走中

★ 動脈 (どうみやく)

- ・心臓から送り出される血管。
- ・壁は厚く、だんりょくがある。

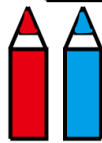


図 3.4 動脈の説明

★ 静脈 (じょうみやく)

- ・心臓へ血液が戻ってくる血管。
- ・ぎゃくりゅうを防ぐ弁 (べん) がある。



図 3.5 静脈の説明

★ 静脈(じょうみやく)

- ・心臓へ血液が戻ってくる血管。
- ・ぎゃくりゅうを防ぐ弁(べん)がある。

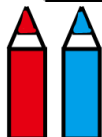


図 3.6 心臓の役割の説明

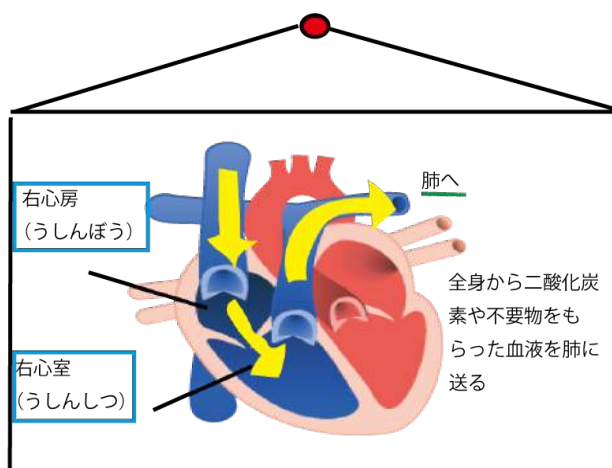


図 3.7 血液循環の説明

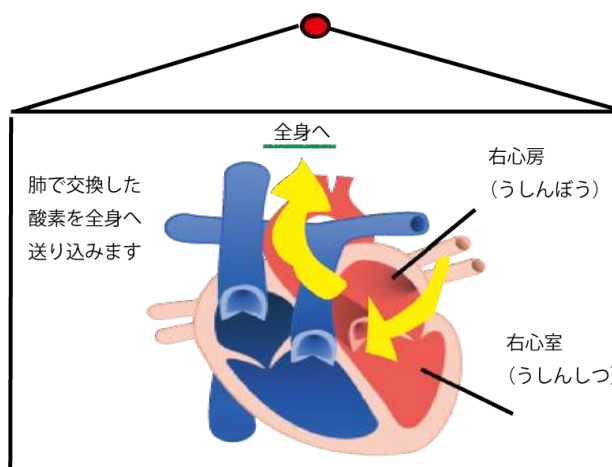


図 3.8 血液循環の説明

3.2.2 植物育成ゲーム

植物育成ゲームでは学習者がキャラクターを操作して光合成と呼吸に必要なものをアイテムに見立てて、それらを集めて植物に与えることで成長させるゲームである。Kinect での操作は、図 3.9 で示したように両手を使用する。Kinect が捉えている右手の座標でキャラクターの操作を行い、上下で前進、後退の操作となっており、左右で視点の変更を行うことができる。左手を上げることで落ちているアイテムの持つことができ、下げることで持っているアイテムを置くことができる。

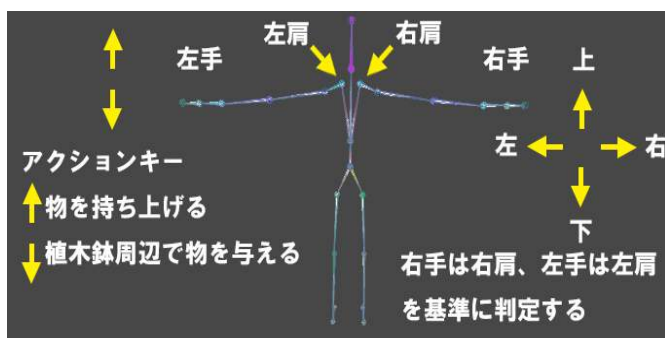


図 3.9 操作方法

ステージは 2 段階あり、1 ステージ目では図 3.10 のように光合成に必要な二酸化炭素と水、日光を集める。2 ステージ目では呼吸に必要な酸素とデンプンを集めていく。しかしここでは制限時間が設けられており、時間内に集めたアイテムの個数が多いほど植物が大きく成長する。また、制限時間内に全てのアイテムを集めた場合は、植物の成長に残り時間も成長に関わり、さらに大きく育っていく。最終的には植物の大きさが図 3.11 に示したように得点として表示される。アイテムを与える植物はマップ中央に配置されており、四角に区切られた空間でゲームを行う。学習者は酸素 O や炭素 C などの元素で構成されたアイテムを拾い、植物に与えていく。1 ステージ目では、植物にアイテムを与えると、画面下のゲージが伸びて、植物に必要な栄養がどれだけ溜まったのかが表示される。1 ステージ目でゲージを最大まで伸びると、光合成についての式が表示される。2 ステージ目では、集めたアイテムの個数が画面左下に表示される。1 ステージ目に必要なアイテムは 5 個、2 ステージ目の最大個数は 12 個である。1 ステージ目の終わりには、図 3.12 に示したような光合成の式が表示される。これは植物が光合成を行うときには、日光によって水と二酸化炭素を使って酸素とデンプンを発生させていることを表している。2 ステージ目の終わりには、図 3.13 に示したような呼吸の式が画面に表示されるが、これは植物が呼吸を行うときには、成長するためのエネルギーである酸素とデンプンを使って二酸化炭素と水(水蒸気)を発生させていることを表している。このように光合成と呼吸の式を表しているのは、各ステージで集めたアイテムがどのように植物に作用するのかを再確認するためである。

(※文責: 淋代真一)

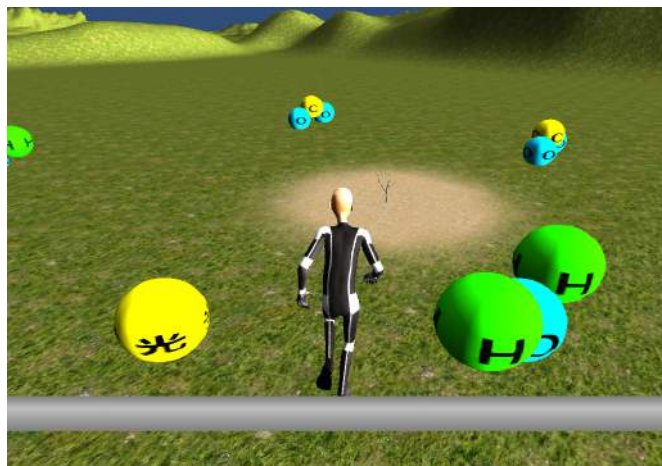


図 3.10 植物育成ゲーム

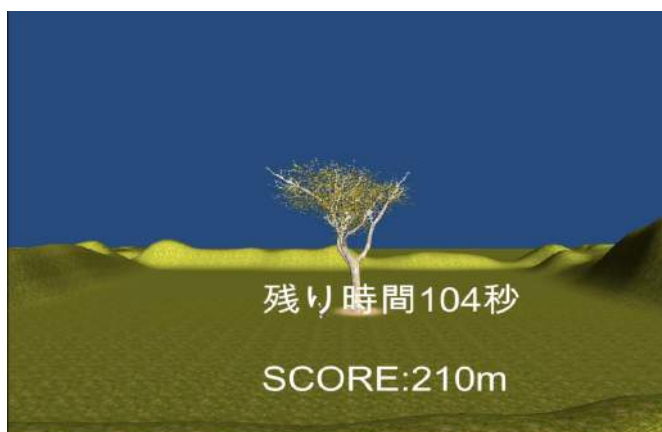


図 3.11 結果画面

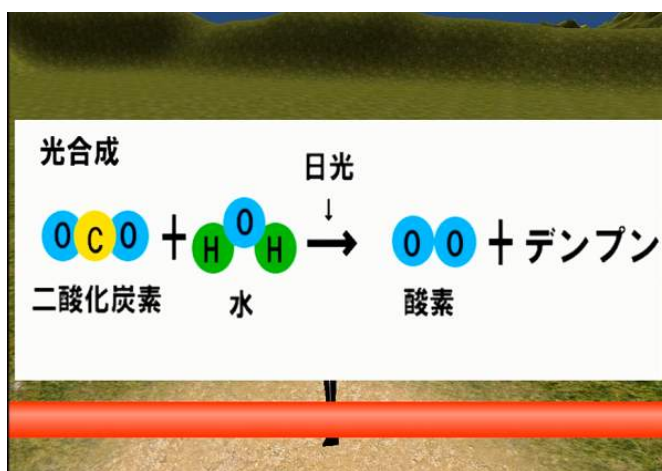


図 3.12 光合成の式

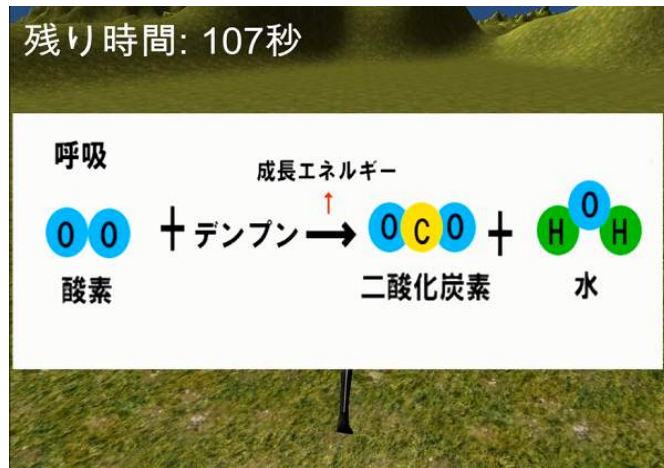


図 3.13 呼吸の式

第 4 章 製作物の提供

4.1 函館学

4.1.1 準備

6 月には、本プロジェクトは函館学にて担当教員のバゲンダ准教授が食品衛生についての講演会を行い、その中で発表の時間を提供していただいて発表を行った。ジェスチャグループでは、血液循環のゲームを開発し、デモンストレーションの練習を行い、本番に向けて準備を行った。

(※文責: 茶谷浩基)

4.1.2 結果

約 100 名の函館市民の方々に来場していただき、本プロジェクトの目的、開発途中のゲームを見ていただいた。ジェスチャグループは図 4.1 に示したように発表を行った。開発していた血液循環に関しては、理科離れを気にしていた来場者もあり、血液の循環は実際に見ることができないからそれをゲームで表せるのは良い、というポジティブな意見をいただいた。

(※文責: 茶谷浩基)



図 4.1 函館学での発表

4.1.3 改善点

血液循環のゲームが開発途中だったこともあり、ただやるだけの形式になっておりゲーム性がなかったもので、今後どのようにしてゲーム性を出していくのか、主に何を学習してもらいたいのかを考え、開発を進めていくことが課題となった。

4.2 東京アカデミーキャンプ

4.2.1 準備

8月には、東京で行われている東京アカデミーキャンプに参加し、ワークショップに参加している福島県の子どもたちに本プロジェクトで開発したゲームを提供した。ジェスチャグループは血液循環のゲームを完成させて、学習効果を検証するために図 4.2 に示したような、ゲームの内容に関する問題を作成しておいた。また、ゲームについての感想や意見をいただくためにアンケートを作成した。アンケートの質問内容は以下の通りである。

- ゲームは楽しかったか。
- ゲームは勉強になったか。
- ゲームの操作はしやすかったか。
- ゲームについての良かった点と悪い点はどこか。
- どのようにすればもっとおもしろいゲームになると思うか。

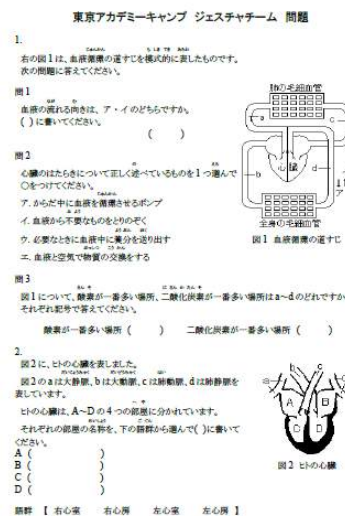


図 4.2 血液循環の問題

4.2.2 結果

図 4.3 に示したように、ジェスチャグループでは、血液循環のゲームを 33 名の子どもたちに提供した。

ジェスチャを用いたゲームによる学習効果を検証するために、ゲームを行う前と行った後で血液循環に関する問題を解いてもらった。血液循環に関する問題は 8 点満点であった。ゲームを行う前と行った後の平均点は図 4.4 のようになった。



図 4.3 東京アカデミーキャンプの様子

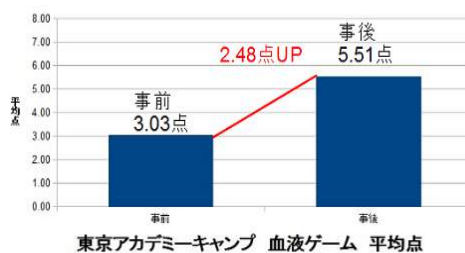


図 4.4 血液循環 平均点

この結果について仮説を立て、t 検定を行った。
 帰無仮説：血液循環ゲームによる学習効果はない
 対立仮説：血液循環ゲームによる学習効果がある
 ゲームをやる前とやった後の点数の差の平均を求める。
 差の平均 = 2.485 であった。
 次に、標準偏差を求める。
 標準偏差 = 2.279 であった。
 次に、標準誤差を求める。

$$\text{標準誤差} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{標本の数}} = \frac{2.279}{33} = 0.397 \text{ であった.}$$

t 値を求める.

$$t = \frac{\text{差の平均}}{\text{標準誤差}} = \frac{2.485}{0.397} = 6.263 \text{ であった.}$$

自由度は $33 - 1 = 32$ である。点数が上がっているのかについて検証を行うため、片側検定 5%にて検証を行う。

$t = 6.263$ は自由度 32 の臨界値 1.697 よりも大きいことから、帰無仮説を棄却する。

以上から、ゲームをやった後の方が点数が有意に高く、学習効果に有意性があることがわかった。

また、アンケートでは、子どもたちに「ゲームの良かった点と悪かった点はどこか」について答えてもらったところ、良かった点は、

- 自分の動きと連動できてすごい。
- 左上のマップで位置確認しやすい。

Game De Education

- ゲーム最初の説明がわかりやすい。
- ゲーム感覚で心臓の仕組みや名称を学べる。

このような意見があった。悪かった点は、

- 反応が悪い。
- 制限時間が短い。
- 壁が見にくい。

このような意見があった。次に、「どのようにすればもっとおもしろいゲームになると思うか」について答えてもらったところ、

- 難易度を下げる。
- 道を広くする。
- 壁の横線をはっきりさせる。
- 操作をしやすくする。
- ジェスチャのバリエーションを増やす。

このような意見があった。

(※文責: 茶谷浩基)

4.2.3 改善点

血液循環のゲームによる学習効果の有意性を示すことができた。またアンケートでは、「自分の動きと連携ができてすごい」という意見もいただき、ジェスチャを扱ったゲームに興味を持ってもらうことができた。しかし、「壁が見にくい」「操作がしにくい」という意見が多かった。そのため、壁の高さを調整して見やすいものにして、操作をしやすいように改善を行うことが課題となった。

(※文責: 茶谷浩基)

4.3 赤川小学校での体験授業

4.3.1 準備

11月には、函館市立赤川小学校にてゲームの提供を行った。5月末から赤川小学校に訪問し、本プロジェクトの目的を把握していただき、10月頃に再度訪問をして、ワークショップの予定を組んでいただいた。ジェスチャグループでは血液循環のゲームの改善に加えて、植物育成のゲームの開発を行い、図 4.5、図 4.6 に示したようなそれぞれのゲームに関する問題と、ゲームについての感想や意見をいただくためのアンケートの作成を行った。アンケートの質問内容は以下の通りである。

- 2つのゲームは楽しかったか。
- ゲームは勉強になったか。
- ゲームの操作はしやすかったか。
- ゲームについての良かった点と悪い点はどこか。
- どのようにすればもっとおもしろいゲームになると思うか。

東京アカデミーキャンブ ジェスチャチーム 問題

1. 右の図1は、血液循環の道すじを模式的に表したものです。次の問題に答えてください。

問1 血液の流れの向きは、ア・イのどちらですか。()に書いてください。

問2 心臓のはたらきについて正しく述べているものを1つ選んで○をつけてください。
 ア. からだ中に血液を循環させるポンプ
 イ. 血液から不要なものをとりぞく
 ウ. 必要ときに血液中に養分を送り出す
 エ. 血液と空気での物質の交換をする

問3 図1について、酸素が一番多い場所、二酸化炭素が一番多い場所はa-dのどれですか。それぞれ記号で答えてください。
 酸素が一番多い場所 () 二酸化炭素が一番多い場所 ()

2. 図2に、ヒトの心臓を表しました。図2のaは大動脈、bは大静脈、cは肺動脈、dは肺静脈を表しています。ヒトの心臓は、A-Dの4つの部屋に分かれています。それぞれの部屋の名称を、下の語群から選んで()に書いてください。
 A ()
 B ()
 C ()
 D ()

語群 【 右心室 右心房 左心室 左心房 】

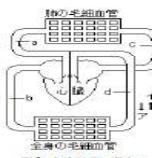




図 4.5 血液循環の問題

函館市立赤川小学校ワークショップ ジェスチャチーム 植物 問題

出席番号 _____

1. 植物の成長について、次の問題に答えてください。

問1 植物の成長に絶対に必要なものはどれですか。当てはまるものを語群からすべて選んで()に書いてください。

語群 【 水 肥料 空気 適当な温度 日光 日かげ 】

問2 植物に日光を当てることであることを行います。そのあることは、どれのことですか。次の中から、記号で書いてください。

ア 呼吸
 イ 発芽
 ウ 光合成
 エ 蒸散

問3 問2で選んだものを行うことで、植物は何を使って何を生み出すのか。それを表している式を次の語群から選んで埋めてください。

日光
 ↓
 () + () - () + ()

語群 【 水 肥料 適当な温度 酸素 二酸化炭素 葉素 デンプン 】

図 4.6 植物育成の問題

4.3.2 結果

図 4.7 に示したように、ジェスチャグループでは、血液循環のゲームと植物育成のゲームを 26 名の小学 5 年生の子どもたちに提供した。



図 4.7 赤川小学校ワークショップの様子

ジェスチャを用いたゲームによる学習効果を検証するために、ゲームを行う前と行った後で血液循環と植物育成に関する問題を解いてもらった。血液循環に関する問題は 8 点満点、植物育成に関する問題は 9 点満点であった。ゲームを行う前と行った後の平均点は図 4.8, 図 4.9 のようになった。

- これらの結果について t 検定を行った。
- まず、血液循環ゲームの検証を行った。
- 帰無仮説：血液循環ゲームによる学習効果はない
- 対立仮説：血液循環ゲームによる学習効果がある
- ゲームをやる前とやった後の点数の差の平均を求める。



図 4.8 血液循環 平均点



図 4.9 植物育成 平均点

差の平均 = 1.654 であった.

次に、標準偏差を求める.

標準偏差 = 2.727 であった.

次に、標準誤差を求める.

$$\text{標準誤差} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{標本の数}} = \frac{2.727}{26} = 0.535 \text{ であった.}$$

t 値を求める.

$$t = \frac{\text{差の平均}}{\text{標準誤差}} = \frac{1.654}{0.535} = 3.092 \text{ であった.}$$

自由度は $26 - 1 = 25$ である. 点数が上がっているのかについて検証を行うため、片側検定 5%にて検証を行う.

$t = 3.092$ は自由度 25 の臨界値 1.708 よりも大きいことから、帰無仮説を棄却する.

以上の結果から、血液循環のゲームをやった後の方が点数が有意に高く、学習効果に有意性があることがわかった.

次に、植物育成ゲームの検証を行った.

帰無仮説：植物育成ゲームによる学習効果はない

対立仮説：植物育成ゲームによる学習効果がある

ゲームをやる前とやった後の点数の差の平均を求める.

差の平均 = 2.654 であった.

次に、標準偏差を求める.

標準偏差 = 2.244 であった.

次に、標準誤差を求める.

$$\text{標準誤差} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{標本の数}} = \frac{2.244}{26} = 0.440 \text{ であった.}$$

t 値を求める.

$$t = \frac{\text{差の平均}}{\text{標準誤差}} = \frac{2.654}{0.440} = 6.030 \text{ であった.}$$

自由度は $26 - 1 = 25$ である. 点数が上がっているのかについて検証を行うため, 片側検定 5%にて検証を行う.

$t = 6.030$ は自由度 25 の臨界値 1.708 よりも大きいことから, 帰無仮説を棄却する.

以上の結果から, 植物育成のゲームをやった後の方が点数が有意に高く, 学習効果に有意性があることがわかった.

また, アンケートでは, 子どもたちに「ゲームの良かった点と悪かった点はどこか」について答えてもらったところ, 良かった点は,

- 迷路みたいで楽しかった. (血液循環)
- 思っていたより体内がリアルだった. (血液循環)
- 血液の流れが理解できて勉強になった. (血液循環)
- 血管の名前がよくわかった. (血液循環)
- 手を使ったので印象に残った. (血液循環)
- どのようなもので育っていくのか, 光合成のことがよくわかった. (植物育成)
- 右手も左手も両方動かすのは大変だったけど楽しかった. (植物育成)
- 段々植物が大きくなるのが良かった. (植物育成)

このような意見があった. 悪かった点は,

- 画面が見にくい. (血液循環)
- 道順がわかりにくい. (血液循環)
- 壁が見にくい. (血液循環)
- 操作がやりにくい. (血液循環)
- マップをわかりにくい. (血液循環)
- 長時間腕を上げていると疲れる. (植物育成)

このような意見があった. 次に, 「どのようにすればもっとおもしろいゲームになると思うか」について答えてもらったところ,

- ステージを増やす. (血液循環)
- アイテムを増やす. (血液循環)
- 壁を色を変えるなどして見やすくする. (血液循環)
- 拾うものに間違っているものを混ぜる. (植物育成)
- もっと難しくしてほしい. (植物育成)
- 地図をつける. (植物育成)

このような意見があった.

(※文責: 茶谷浩基)

4.3.3 改善点

血液循環のゲーム，植物育成のゲームでは，ともに学習効果の有意性を示すことができた．またアンケートでは，「手を使ったので印象に残った」「段々植物が大きくなるのが良かった」という意見もいただいた．しかし，血液循環に関しては「操作がしにくい」「画面が見にくい」という意見があり，操作性についての課題が残った．植物育成に関しては「もっと難しくしてほしい」「拾うものに間違いの物を混ぜる」という意見があり，ゲーム自体としての課題が残った．

(※文責: 茶谷浩基)

第 5 章 中間発表，最終発表

5.1 中間発表

5.1.1 発表準備

7月には，中間発表会にて本プロジェクトの成果を発表した。発表形式はポスターを使ったポスタープレゼンテーションであり，メインポスターにて本プロジェクトの全体の説明を簡潔に行ってから脳波グループ，ジェスチャグループ，iPad グループの3つのグループが分かれて発表を行っている中で，興味のあるグループから見て，評価を行ってもらった。各グループが開発したゲームやアプリケーションを用意して，どのようなゲームであるのかを体験してもらった。ジェスチャグループでは，血液循環のゲームを用意して，グループの説明とゲーム体験を行った。

(※文責: 茶谷浩基)

5.1.2 結果

ポスタープレゼンテーションを行い，発表評価者 46 名に本プロジェクトの発表技術，発表内容がどのようなものであったかをそれぞれ 10 段階で評価してもらい，発表技術についての平均点は 6.98 点，発表内容についての平均点は 7.51 点であった。発表評価者からは，「聞いている人と実践しているのが良い」「発表スペースが分かれていることで，自分の興味のあることが聞けた」「デモができてわかりやすく実際にどのような活動をしているのかが想像できた」などのポジティブな意見をいただいた。しかし，「声が小さかった」「3つのグループの違いがわからなかった」「質問に対応しきれていないところがあった」「数人ではなく，1人に対しての発表になっていた」などのネガティブな意見が多かった。

(※文責: 茶谷浩基)

5.1.3 反省点

発表評価者の意見から，3つのグループの発表を見ることができなかった評価者もいたため，評価者が3つのグループの発表を見ることのできるような発表形式にしていくことを最終発表会では意識していきたい。また，発表者側が本プロジェクトで行っていることに対して深く掘り下げていないことから質問にうまく対応することができなかつたため，本プロジェクトで行っていることを改めて考え，今後も開発を行っていくことが求められた。

(※文責: 茶谷浩基)

5.2 最終発表

5.2.1 発表準備

12月には、最終発表会にて本プロジェクトの成果を発表した。発表形式はスライドを使ってプレゼンテーションを行い、全体の説明を簡潔に行ってから脳波グループ、ジェスチャグループ、iPadグループの順で成果の発表を行った。

(※文責: 茶谷浩基)

5.2.2 結果

スライドにてプレゼンテーションを行い、発表評価者92名に本プロジェクトの発表技術、発表内容がどのようなものであったかをそれぞれ10段階で評価してもらい、発表技術についての平均点は7.63点、発表内容についての平均点は8.28点であった。発表評価者からは、「スライドが見やすかった」「学習効果に数字を用いてしっかり説明できていた」などのポジティブな意見をいただいた。しかし、「声が小さかった」「検証に行ったt検定とは何か、イベントの説明が欲しかった」「ジェスチャは運動させたいのに手だけのジェスチャでは運動の作用が薄いのではないか」「実際にデモをやってほしかった」などのネガティブな意見もあった。

(※文責: 茶谷浩基)

5.2.3 反省点

発表評価者の意見から、発表形式については中間発表会での経験を活かし、3つのグループの発表を見てもらうことができたが、スライドによる発表でデモンストレーションができなかったことで実際にゲームを見てみたかったという意見があった。それに加えて、イベントやt検定などのように、発表評価者にわからない可能性があることが出てきた場合には、それがどのようなことであるのかについて説明することがなかったため、今後意識していきたい。また、発表評価者から、検証を行う際に、学習をすれば効果は出るため、従来の勉強方法とゲームを用いた学習方法での比較を行い、そこから有意性があるのかを検証すると良いのではないかという意見をいただいたため、今後の検証方法も見直していきたい。

(※文責: 茶谷浩基)

第 6 章 まとめ

6.1 プロジェクトの成果

6.1.1 前期

本プロジェクトの成果を発表する最初の場合として、6月28日に行われた函館学というイベントで途中成果を発表した。函館学とは、キャンパスコンソーシアム函館が、加盟機関が持つ知的資源を地域住民に知ってもらおうと共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のことであり、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 [2]。そのイベント内で本プロジェクトの担当教員であるバゲンダ准教授が講義を行い、本プロジェクトは其中で発表の場を提供していただいてプレゼンテーションを行った。開発したアプリケーションやゲームを函館学に参加していた地域住民の方々に見てもらった。7月には、中間発表会を行い、今までの成果を発表した。発表形式はポスターを使ったポスタープレゼンテーションであり、メインポスターを使用して全体の説明を簡潔に行った後に、脳波グループ、ジェスチャグループ、iPad グループの3つのグループが分かれて発表を行っている中で、興味のあるグループから詳しく説明を聞いてもらう形式を取った。各グループの発表では、その時点ででき上がっているゲームやアプリケーションを用意して、実際に説明を聞きに来た評価担当者にどのようなものであるのかを体験してもらった。また、8月には東京アカデミーキャンプでワークショップを開いた。東京アカデミーキャンプとは、東日本大震災やそれに伴う原発事故などで屋外で遊ぶ機会を少なくしている福島の子どもたちを対象に「遊びと学び」の体験型プログラムを企画提供しているイベントである。そこで、ジェスチャグループでは開発した学習ゲームを用いた授業を子どもたちに行ったことにより、ゲームをやる前よりもゲームをやった後の方がテストの成績が向上した。この結果から学習効果を t 検定により検証したところ、ジェスチャを用いたゲームの有意性を示すことができた。ジェスチャグループの前期の成果物は血液循環を学習することを目的としたゲームである。体内の血管に見立てたコースを実際の血液の流れと同じように走り、正しい血液循環の流れを覚えてもらえる内容のゲームであり、ジェスチャを用いてプレイヤーを操作することができる。体の各部位を移動する際に、現在プレイヤーが走っている箇所がどこなのか、これからどこに向かっていくのか理解してもらえるように開発を行った。

(※文責: 福井亮介)

6.1.2 後期

後期のジェスチャグループの成果物は植物育成ゲームである。植物の光合成、呼吸等の際に起こる化学反応を覚えてもらうために、ゲーム内で正しいアイテムを拾い組み合わせると植物に与えると植物が成長するという内容のアドベンチャーゲームを開発した。後期の植物育成ゲームでは前期の改良点として挙げられた操作性に重点を置き、操作プログラムを最初から作り直すことでゲームの操作性を格段に向上させる開発を行った。また、ゲーム要素を増やすために音楽やデザインもできるだけ飽きないものを選び楽しいと思ってもらえるようにテストプレイをした人から意見をもらい

参考にしながら開発した。本プロジェクトでは11月に赤川小学校の小学5年生を対象としてワークショップを行い、そこで各グループが成果物を用いた授業を行った。ジェスチャグループでは前期の東京アカデミーキャンプと同様に、後期に開発した学習ゲームを用いて2つのゲームを提供して授業を行うと共に、ゲームをやる前とゲームをやった後で同一のテストを行った。ここでもゲームをやった後にテストの成績が向上した。この結果から学習効果をt検定により検証したところ、ジェスチャを用いたゲームによる教育での有意性を示すことができた。12月に行った最終発表会では、ゲーム・デ・エデュケーションとして1つの発表を行った。各グループが順に発表を行うため、デモンストレーションをするための時間を設けることができなかつたため、開発したゲームの動画を横で流すことで実際にどのようなゲームなのかを伝える工夫をした。また、説明するためのスライドも全体として筋の通つたものになるように何度も改良を重ねた。最終発表会でのアンケートでは、説明がわかりやすかつたなどの意見をもらうことができたので、工夫した部分での効果が感じられた。

(※文責: 福井亮介)

6.2 改善点

6.2.1 前期

函館学、東京アカデミーキャンプの血液循環ゲームのアンケートでは、ジェスチャの認識が弱くゲームの操作性が悪いことに対する指摘が最も多かつた。開発段階では、開発班を基準に作つていたため、小学生がゲームを行うと認識をしにくいなどの問題がわからなかつた。また、小学生は開発班の予想よりもアクティブに動くため操作時の移動スピードの強弱などの判定を見直す必要があつた。そこで後期にはゲームの操作性を見直す必要があると考える。身長やあらゆる動き方に対してできるだけ本人が望む動きをするように改良していくことが改善点である。また、次に多かつた意見は、ゲーム内で楽しめる要素を増やしてほしいという意見から、後期では子どもたちが楽しめる要素を増やすことが必要である。何度も繰り返して楽しくゲームをプレイすることができる要素を取り入れることで繰り返してのゲームのプレイが学習効果をさらに上げることができるのではないかと考える。ゲームをクリアすることができないと、子どもたちの意欲が阻害されてしまい、学習効果を得ることができないので、後期では例えゲームに失敗したとしても楽しい気持ちで終わってもらふ必要があると考え、ゲームオーバーのような画面を無くすように改良して、プレイ中の正解に応じて最終的な結果が変わってくるというものにすることにした。活動面においては、グループ内での意見共有が不十分なことがあつた。事前に各自の担当箇所と締切は決めていたが、進捗報告などでお互いが連絡をすることがなかつたため、ゲーム開発が順調に進んでいるかを把握できていなかった。そこで後期では進捗状況などを定期的に連絡できるようにしたいと考える。最後に前期の大きな反省点として、以下のことが挙げられる。

- ゲームの操作性を向上させる。
- ゲームをより楽しめるものにする。
- グループ内での連絡を円滑に行う。

(※文責: 福井亮介)

6.2.2 後期

函館市立赤川小学校でのワークショップでは、ゲームの操作性が悪いという意見は後期の植物育成ゲームの方が前期に開発した血液循環ゲームよりも少なかったが、やはりまだ操作性が良くないという意見があった。プログラム面では後期のゲームは大幅に改良することで、適切な環境であれば誰が行ったとしても操作性が良いと言えるものになったが、Kinect を使う環境（部屋を明るくする、背景を白にする、スカート等ではなく、体にフィットした服を着る）などの面でもう少し用意することができれば良かった。ゲームとして楽しかったという意見は後期に開発したゲームの方が多くいただけた。このため、前期に比べて改善されたが、操作性の向上が改善点として挙げられる。次にゲームの内容面では、友達とスコアなどを競争できるような要素が欲しいという意見が挙げられていた。友達と共にプレイできるゲームにする方が楽しくプレイすることができて、プレイ回数が増えることも期待できるため、オンラインプレイや多人数プレイなどの要素も入れることができれば良いのではないかと考える。活動面においては、前期での反省点は事前に連絡、段取りを先にしっかり決めることで改善することができた。しかし、11月の赤川小学校ワークショップまでにゲームを完成させる必要があり、開発時間が短くなってしまったので、作業完了までに掛かる時間の見通しをしっかりと立てるべきであったと考えた。最後に後期の大きな改善点として以下のことが挙げられる。

- ゲームを行う環境を整える。
- ゲームを多人数プレイ可能にする。
- プロジェクト活動の見通しをしっかりと立てる。

(※文責: 福井亮介)

6.3 今後の展望

1年間の成果として、ジェスチャを用いたゲームの教育での有意性を示すことができた。しかし、今回は血液循環と植物育成という2つの分野の学習ゲームを開発したが、小学校教育の内容全体から見れば範囲が狭く感じられる。そのため今後はもっと多くの理解が不十分になってしまっている分野のゲームを開発していくことができれば良いと考える。また、ゲーム内容としては音楽、デザイン、シナリオなどを各課題の分担を的確に行えればより良いゲームの開発が可能であり、Kinectの認識も今後良くすることができれば全国の小学校で実際に使っていただけるようになるのではないかと考える。

(※文責: 福井亮介)

参考文献

- [1] 電子情報ゼミ. <https://www.hal.t.u-tokyo.ac.jp/sato/kinect/> Kinect を用いた画像処理プログラミング.
- [2] キャンパス・コンソーシアム函館. <http://www.cc-hakodate.jp/hakogaku/> 合同公開講座 函館学 2014.
- [3] 浅野祐一, 荒川巧也, 森信虎. Unity4 入門 最新開発環境による簡単 3D ゲーム製作. SB クリエイティブ, 2013.
- [4] 竹内大五郎, 石黒赳彦, 高橋誠史, 香川寛和. Unity ゲーム開発 オンライン 3D アクションゲームの作り方. SB クリエイティブ, 2014.
- [5] 掌田津耶乃. 見てわかる Unity ゲーム制作超入門. 秀和システム, 2013.
- [6] 薬師寺国安. Visual Basic による Kinect 基本プログラミング (Think IT Books(Next Publishing)). インプレス R & D, 2013.
- [7] 杉浦司, 中村薫. Kinect for Windows SDK 実践プログラミング. 工学社, 2013.
- [8] 中村薫, 田中和希, 宮城英人. KINECT for Windows SDK プログラミング C # 編. 秀和システム, 2012.