

令和3年度 卒業論文

発達心理学における空間認知能力テスト
「3つの山課題」の Web アプリ開発

近畿大学工学部 情報学科
情報物理研究室

1510990011 米田 創一

目次

1. 研究の目的

- 1.1. 発達心理学における，思考の自己中心性の減少と空間認知の関係
- 1.2. 「3つの山」課題を Web アプリ化する目的
 - 1.2.1. 3つの山課題を実践するための金銭的なコストと模型の保管場所の削減
 - 1.2.2. データの収集を容易に
 - 1.2.3. いずれの場所でもネット環境さえあれば課題を実践可能に
- 1.3. 3つの山課題アプリ開発に至った経緯
- 1.4. 心理学ミーティングとは
- 1.5. 研究の目標

2. 使用技術

- 2.1. JavaScript
 - 2.1.1. p5.js
 - 2.1.2. jQuery
- 2.2. Blender

3. 開発したアプリの仕様

- 3.1. 発達心理学における空間認知能力テスト「3つの山課題 Web アプリ」
 - 3.1.1. 機能・説明
 - 3.1.2. 3つの山課題のモデリング
 - 3.1.3. アプリ利用の流れと画面遷移

4. 「3つの山課題 Web アプリ」開発過程

5. まとめと課題

6. 謝辞

7. 参考文献・参考サイト

1. 研究の目的

1.1. 発達心理学における、思考の自己中心性の減少と空間認知の関係[1][2]

Piaget.J.(1928)は、子供の発達段階における研究で、自己の視点を離れた左右の認識だけでなく、向かい合う人の左右、物と物の間の左右関係などから、相対的な関係の理解に対する発達段階を明らかにしている。そして、Piaget.J.は、相対的な関係の理解は思考の自己中心性が減少することによって促進される、と結論付けている。思考の自己中心性とは、事象を客観的に第三者の立場、あるいは複数の視点から分析・認識できず、主観的に、自分の立場、あるいは固定した一つの視点だけから分析・認識する認知・思考の仕方をいう。また、Piaget.J.(1956)は、子供の発達の理解は、左右の理解だけでなく遠近法的配置の調節問題から位置関係の相対性の理解を取り上げている。つまり、子供の発達は絵のような平面を扱う2次元空間だけでなく、3次元的な広がりを持つ空間をイメージ的に操作できることでもある。そこでPiaget.J.とInhelder,B.は、3つの山の課題を用いて実験をおこなった。実験の内容は、様々な角度から見ると見え方が異なるような3つの山の模型を作成し、山の周辺の様々な角度に人形を設置した、その後子供に人形の視点から山を見たらどの様に見えるかを尋ねた。その結果、8,9歳までの子供は、人形からの見えを答えられず、自分からの見えを正当だとした。なぜこのような結果となるのか、Piaget.J.は、子供の思考が自己中心的であるからだとして述べている。自己中心性が減少する中で、自分の視点から離れて他人の視点を考えられるようになり、事象を客観的に第三者の立場、あるいは複数の視点から分析・認識できるようになり、そうしてはじめて、それらの視点を一つの体系に関係づけるのだと結論している。つまり、Piaget.J.とInhelder,B.の3つの山課題ができるということは、3次元的な広がりを持つ空間をイメージ的に操作できるということであり、人間の発達心理学における空間認知能力を持つということになる。また、HuttenlocherとPresson(1973)は、3つの山課題を遂行するためには、イメージ化された観察者が動きその後、そこからの見えを推論する必要があると述べている。よって、3つの山課題をテストとしたアプリを開発することは、人間の発達心理学における空間認知能力をはかるテストアプリになると考えアプリを開発した。

1.2. 「3つの山」課題をWebアプリ化する目的

- 1.2.1. 3つの山課題を実践するための金銭的なコストと模型の保管場所の削減
- 1.2.2. データの収集を容易に
- 1.2.3. いずれの場所でもネット環境さえあれば課題を実践可能に

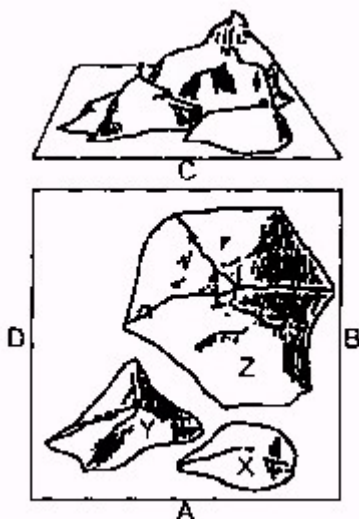
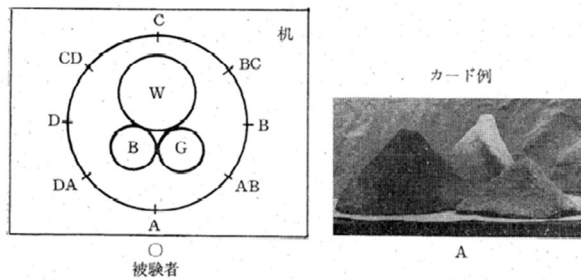


図1 渡辺より抜粋[3]

1.1.1. 3つの山課題を実践するための金銭的なコストと模型の保管場所の削減[3]

3つの山課題は、厚紙のモデル、つまり1メートル四方で20～30センチの高さをもつものが山を表わすためにつくられた。そのモデル前面の第1の位置(A)から子どもは彼にとって少し右よりの前景に緑の山を見ることができ、この山の頂きには小さな家がたっている。彼の左には緑の山よりも少し高くてちょっと後ろにある茶色の山が見える。この山はその色の違いだけでなく、その頂きに赤い十字架があることで区別される。背景に三つの山で最も高い山があり、頂きを雪でおおわれた灰色のピラミッド型である。(図1)



[2]図2 田中(1968)より抜粋

また、児童の位置関係の理解での Piaget.J. の実験を模した課題を行った田中(1968)は山の制作に厚紙の代わりに紙粘土を使って実験を行っている。(図2)

厚紙や紙粘土などでは、模型を製作する場合にコストや管理スペースが必要になる。しかし、Web アプリで CG モデルを一度作ってしまえば何度でも再利用が可能となり、管理スペース必要なくなる。

1.2.2. データの収集を容易にする

3つの山課題では、実験結果を表などにまとめる必要があるが、Web アプリであれば利用者の情報や正答率などの情報を、瞬時にサーバ上に保管、閲覧することができるので、分析がより容易となる。

1.2.3. どこでもネット環境さえあれば課題が実践できるようにする

3つの山課題では模型をその場に用意するか、利用者のもとへ模型を運搬する必要があるが、Web アプリ化を行えば、パソコンとネットワーク環境さえあれば課題を実践する可能となる。

1.2. 背景

本研究の「3つの山課題 Web アプリ開発」の背景について、以下の三つの観点から述べる。

- 1.2.1. 発達心理学における空間認知能力について
- 1.2.2. 空間認知の「自己中心性」について
- 1.2.3. 3つの山課題の実験方法について

1.2.1. 発達心理学における空間認知能力について[4]

図形の模写や描画によって我々が扱う空間は、われわれの生活している三次元的な空間を直接に扱うものではない。幼児、児童の絵画表現の発達の研究によれば、3、4歳児頃にスクリブル(殴り書き)による表現から、形のある対象の描画への発展がみられる。スクリブル(殴り書き)は類人猿「絵画」にも見られ、類人猿の知能の発達が3歳児程度までであるとされていることを考慮すると、この年齢での幼児の絵画表現の飛躍が、類人猿「絵画」にはみられない、平面における空間表現に向けた重要な転換点であると考えられる。またこれは、おそらく人間の空間認知の発達とも関わっているはずである。

1.2.2 Piaget,J.の発達心理学における「自己中心性」について[4]

Piaget.J.と Inhelder,B.は、子供の頭の中での変換操作ができるようになると、イメージ上でのものの把握が正確になると考え、それを実証するために「3つの山課題」を行った。

もし頭の中で自由自在に変換操作ができるのであれば、自分の視点以外(他者の視点)からどのように見えるか正確に答えられるはずであり、もし答えられないのであれば、幼児は自己の視点からしかものが把握できないという結論にたどり着くことになる。

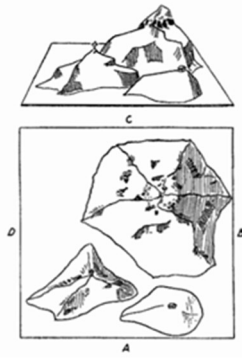
1.2.3 Piaget,J. & Inhelder,B.の3つの山課題について[3]

説明

3つの山課題は、Piaget,J. & Inhelder,B.によって1948年に考案された課題である。彼らは、様々な角度から見ると見えが異なるような三つの山の配置を児童に、ある1つの角度から見せ、自分とは異なる位置にいる人形から見たらどの様に見えるかを尋ねた。

目的

以下の実験は2つの目的を持っている。まず、多数のみえをいっしょに結び付けている全体的なシステムの構造を調べることで、次に子どもが自分自身の視点と他の観察者の視点との間に作り上げる関係について調べることである。これらの実験は、さまざまな異なった位置から見ることで単一の山や複数の山の前に立ったときに想像し得る、多数のみえの種類についてのものである。



模型について

厚紙のモデル、つまり1メートル四方で20～30センチの高さをもつものが山を表わすためにつくられた。そのモデル前面の第1の位置(A)から子どもは彼にとって少し右よりの前景に緑の山を見ることができる。この山の頂きには小さな家がたっている。彼の左には緑の山よりも少し高くてちょっと後ろにある茶色の山が見える。この山はその色の違いだけでなく、その頂きに赤い十字架があることで区別される。背景に三つの山で最も高い山があり、頂きを雪でおおわれた灰色のピラミッド型である。(図3)

図3 長尾より抜粋

実験方法

以下の3つの方法で実験が行われた。

方法1は、子ども自身はAの位置(図1)に座り、Bの位置、Cの位置、Dの位置から見える3つの山の模型を用いて配置するという実験である。その後子どもはBの位置、Cの位置、Dの位置と座り直し、同様の方法で実験を繰り返す。

方法2は、人形を1m四方のボール紙の上に置き、その人形からどのように山が見えるかを問い、10枚の絵から一番近い絵を選ばせるというものである。

方法3は、方法2とは反対に、10枚の絵から1枚の絵を選び、その絵のように見えるであろう位置に人形を置かせるという実験である。

1.3. Piaget,J. & Inhelder,B.の3つの山課題 Web アプリ開発に至った経緯

私は心理学ミーティングの中で認知行動療法を学んでいく中で人々の物事に対する認知(受け取り方)を変えることにより行動を変えることができる。例えば、電車の中で大きな声で話している中学生がいた場合、うるさい、不愉快と思う人もいるでしょう。しかし、自分もあんな風に中学生の時は話していたな、きっと何か楽しいことがあったのであろうと、認知を変えることができれば不愉快と感じる行動を抑えることが可能となるなどの学びを得る中で、3つの山課題が議題に上がりその後、関連論文を読むことでこの課題はARなどの情報技術を使えばWeb上で再現できるのではないかと考え開発を始めた。

1.4. 心理学ミーティングとは

長崎県立大学、地域創造学部公共政策学科の橋本由香里教授と「広島県立障害者リハビリステーション」の心理療法士の宗沢とわの協力の元、高次脳機能障害者に認知行動療法を適応することによって、日常生活の障害を軽減することを目的に議論する場である。

1.5. 研究の目的と目標

以上の経緯をもとに、三つの山課題のWebアプリケーションアプリケーションの開発を目的とする。具体的には、

- ・3つの山課題を実践するための金銭的なコストと模型の保管場所の削減により誰でも実験を行う事が容易となる

- ・Webアプリでデータベースの運用を行えば実験参加者の情報収集、閲覧が容易となる

以上を実装したアプリ開発・運用により、Piaget,J. & Inhelder,B.の3つの山課題のWeb上で再現することが目標となる。

2 使用技術

2.1. JavaScript[5]

JavaScript (ジャバスクリプト) とは、プログラミング言語のひとつである。JavaScript はプロトタイプベースのオブジェクト指向スクリプト言語であるが、クラスなどのクラスベースに見られる機能も取り込んでいる。本研究で開発した「Piaget,J. & Inhelder,B.の3つの山課題 Web アプリ」のシステム構築における主要開発言語である。

2.1.1. p5.js[6]

P5.js は、p5.js は Processing の本来の目的である、アーティストやデザイナー、教育者、初学者のためのコーディング環境を今日の Web において再解釈する JavaScript ライブラリです、p5.js にはオリジナルの Processing スケッチのメタファを使った完全な描画機能がある。

補足 Processing.js は画像、各種データ可視化、動的コンテンツなど描画用に設計されたプログラミング言語である。Processing の JavaScript 移植版である。Adobe Flash や Java アプレットを用いることなくウェブブラウザ上で動画、ゲームなどが実装できる。2-3 次元コンテンツを HTML の canvas 要素 (最新バージョンの Mozilla Firefox、Opera、Internet Explorer、Safari、Google Chrome などサポートしている) にレンダリングするために JavaScript を活用している。2008 年にジョン・レシング氏と大学生達により最初の移植版が公開され、後に 12 回の再公開、900 以上のバグ修正、コミュニティ構築を経て、移植作業が完了した。

ライブラリーの利用には、ダウンロードしたファイルをローカル PC やサーバーに配置する方法と、DN (Content Delivery Network) を利用する方法の二通りがある。本研究では、三次元モデルの描画に利用している。

2.1.2. jQuery[7]

jQuery は、ウェブブラウザ用の JavaScript コードをより容易に記述できるようにするために設計された JavaScript ライブラリである。ジョン・レシングが、2006 年 1 月に開催された BarCamp NYC でリリースした。様々な場面で活用されており、JavaScript ライブラリのデファクトスタンダードと呼ぶ者もいる。本アプリでは、解答時の人形を移動させる箇所に用いている。

2.2.Blender[8]

Blender Blender (ブレンダー) はオープンソースの統合型 3DCG 製作、2D アニメーション製作、VFX 向けデジタル合成、動画編集ソフトウェアである。

本研究では、3つの山課題の CG モデルを Blender で制作し、それをもとに obj ファイルを作成しそれを p5.js で描画している。

3. 開発したアプリの仕様

3.1. 発達心理学における空間認知能力テスト「3つの山課題 Web アプリ」

本アプリは、HTML5・CSS・JavaScript といった Web アプリの技術で開発を行った。

3.1.1. 画面遷移図

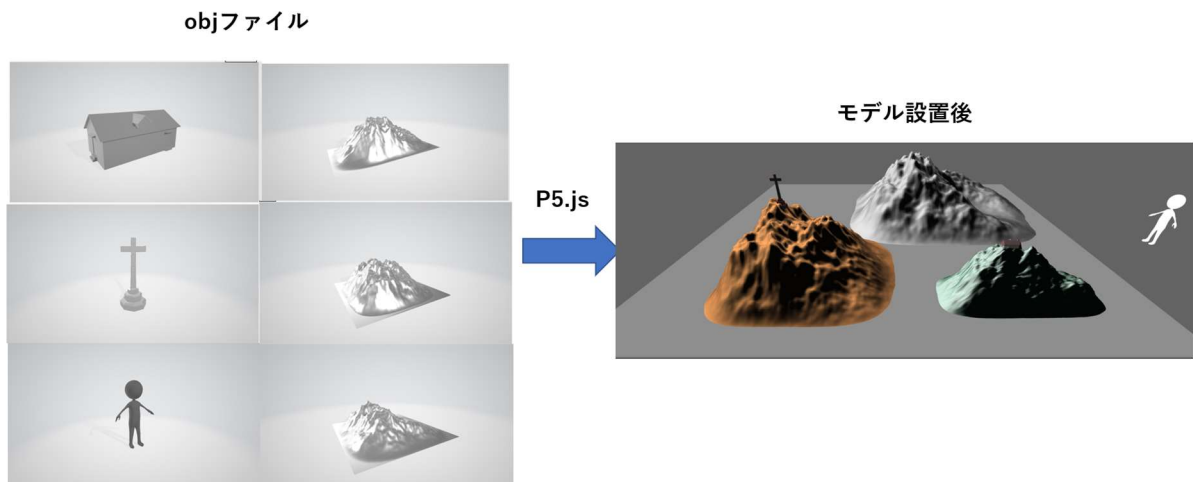
アプリ全体の画面遷移図を図解した。3つの山課題アプリ最初の画面では最初に、3つの山課題に対する説明や、目的の説明、模型に対する説明、アプリの操作説明を行った後、課題練習画面に遷移する。その後課題を1問目から3問目まで実施したのちに、答え合わせ画面に遷移する。(図4)



(図4)画面遷移図

3.1.2. 3つの山課題のモデリング[9]

3つの山課題モデルは、6つのobjファイルを使いp5.jsで描画を行っている。山のobjファイルはBlenderで制作を行い、家、十字架、人形に関してはFree3Dからobjファイルを拝借している。P5.jsではobjファイルの読み込みを行い、配色、モデルの配置、サイズ調整を行っている。(図5)



(図5)山のモデリング

3.1.3. 各画面の仕様・意図・デザイン・ソースコード

課題説明画面	
仕様	<p>全3ページの画面からなり、最初のページでは3つの山課題に対する説明と空間認知能力に対するの課題であることの説明と Piaget,J.のこの課題に対する目的を説明している。</p> <p>次のページでは実際に3つの山課題で使われた山の模型の高さや色、山の上に置かれた構造物の説明などが書いてある。</p>
意図	<p>3つの山課題に対するの説明を行う事によって、課題に対する理解と課題を行うときの操作方法の説明を行う。ことによって課題に対する理解や操作方法を事前を知る事によって、円滑に課題がおこなえるようにする。</p>
デザイン	<p>デザインに関しては、画面上部に問題説明スペースを設け文字は中央寄せにした。画面中央部にはわかりやすいように3つの山課題のモデルを大きく表示、人形を黄色の枠で囲い、画像を赤の矢印で示した。</p> <div style="text-align: center;"> <h2>ピアジェの三つの山課題アプリ</h2> <h3>操作方法</h3> <p>下の画像の黄色の枠で囲まれた白い人形が見ていると思われる風景を、赤の矢印で示された写真の中から選択していただきます。問題は全部で3問で人形は人形は1問目は右側,2問目は奥,3問目は左側に移動します。</p>  </div>

課題練習画面	
仕様	画面上部には、「練習：今人形が見ている風景は下の黄色枠の画像です。次の問題から人形が移動しますので人形が見ている風景の画像を選択してください。準備ができたなら黄色枠の画像をクリックしてください。」と書かれている。画面中央に3つの山課題を表示し、白色の人形は画面手前側に置かれており、画面下部左側には現在人形が見ている風景の画像を黄色枠で囲って表示してある。この画像をクリックすると課題が始まる。
意図	3つの山課題の人形からみる風景を答える課題は、心理学ミーティングの中で実験参加者に理解されないことがあるのではないかという指摘の元、練習画面の作成を行った。パソコンの中で描画されているモデルを見ているのは実験参加者であり、人形の見ている風景を課題の最初の時点で想像するのが困難なためである。
デザイン	<p>デザインに関しては、画面上部に問題説明スペースを設け文字は中央寄せにした。画面中央部にはわかりやすいように3つの山課題のモデルを大きく表示、画面左下の人形から見ている画像に関しては、黄色枠で囲むことにより目立つようにデザインを行った。</p> <p>練習：今人形が見ている風景は下の黄色枠の画像です。次の問題から人形が移動しますので人形が見ている風景の画像を選択してください。準備ができたなら黄色枠の画像をクリックしてください。</p> 
ソースコード	
HTML・CSS	
①	<pre> <script src="sketch.js"></script> <meta charset="utf-8"> <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css"> <style> html,body{width: 100%; height: 100%;} #selections{position: absolute;bottom: 0;left: 0;width: 100%;padding-left: 1%;} #selections img{width: 24%;border: 5px solid #238;float: left;} #selections img:hover{width: 24%; position: relative; bottom: 5px;} </style> </pre>
②	<pre> </head> <body> </pre>
③	<pre> <p>チュートリアル：今人形が見ている景色は下の黄色枠の画像です。次の問題から人形が移動しますので人形が見ている景色の画像を選択してください。準備ができたなら黄色枠の画像をクリックしてください。</p> <div id="selections"> </pre>
①	各文字列に CSS を適用
②	問題文を表示させる
③	人形から見える画像の表示リンクを張り問題画面へ遷移させる
JavaScript	

```

④ let angle = 0;
let mtX,mtY,mtZ,heimen,cottage,cross,man,img;
let y =180; sx=0; sz=300;sry = 180;
let myCamera;
let sliderX, sliderY, sliderZ;
let camX = 0,
    camY = -350,
    camZ = 0;
let infoP;
function preload() {

⑤     mtX = loadModel('mtX.obj'); // OBJファイルまたはSTLファイルから3Dモデルをロード
        mtY = loadModel('mtY.obj');
        mtZ = loadModel('mtZ.obj');
        heimen = loadModel('heimen.obj');
        cottage = loadModel('cottage.obj');
        cross = loadModel('cross.obj');
        man = loadModel('stickman.obj');
}
//プログラムの起動時に一度だけ呼ばれる。これは、画面サイズや背景色などの初期環境プロパティを定義し、プログラムの起動時に画像やフォントなどのメディアをロードす
function setup() {
⑥     createCanvas(1280, 540, WEBGL);
        angleMode(DEGREES); //角度を 例えは円は0°~360°で扱います。
        myCamera = createCamera();

        infoP = createP();
        infoP.position(10, 370);
}
function createXYZslider(min, max, cam, pos) {
    const slider = createSlider(min, max, cam, 1);
    slider.position(pos.x, pos.y);
    slider.style('width', '400px');
}

```

- ④ 変数の宣言
- ⑤ 各 obj ファイルの読み込み
- ⑥ キャンバス領域のさくせいをおこなう

```

⑦ // mountainX
push();//
translate(150, -160, 200); //表示ウィンドウ内のオブジェクトを移動する量を指定します
noStroke(); //ストローク (アウトライン) の描画を無効にします。
ambientLight(10); //色付きのアンビエントライトを作成します。周囲光は、キャンバス上のあらゆる場所から来る光です。
directionalLight(100, 100, 100, 1, 1, 1); //色と方向を使用して指向性ライトを作成します
ambientMaterial(59, 175, 117); //アンビエントマテリアルは、オブジェクトが任意の照明の下で反射する色を定義します。
specularMaterial(100, 175, 117); //特定の色のジオメトリの鏡面反射マテリアル。鏡面反射材は光沢のある反射材です。周囲のマテリアルと同様に、周囲の照明の下で
scale(100); //頂点を拡大および縮小することにより、形状のサイズを拡大または縮小します。
rotateX(0); //X軸を中心に回転します。
rotateY(y); //Y軸を中心に回転します。
rotateZ(180); //Z軸を中心に回転します。そのまま読み込むと逆さまなので反転

```

- ⑦ 手前右側緑色の山の描画をおこなう

```

⑧ // mountainY
push();
translate(-100, -160, 150);
noStroke();
    ambientLight(10);
    directionalLight(116, 80, 48, 1, 1, 1);
    ambientMaterial(147, 102, 79);
    specularMaterial(147, 102, 79);
scale(150);
rotateX(0);
rotateY(y);
rotateZ(180);
model(mtY);
pop();

⑨ // mountainZ
push();
translate(100, -160, -100);
noStroke();
    ambientLight(10);
    directionalLight(100, 100, 100, 1, 1, 1);
    ambientMaterial(148, 151, 153);
    specularMaterial(148, 151, 153);
scale(180);
rotateX(0);
rotateY(y);
rotateZ(180);
model(mtZ);
pop();

```

- ⑧ 手前左側茶色の山の描画をおこなう
- ⑨ 奥側白い山の描画をおこなう

```

⑩ // heimen
push();
translate(0, -162, 0);
noStroke();
  ambientLight(100);
  directionalLight(100, 100, 100, 1, 1, 1);

scale(300);
rotateX(0);
rotateY(y);
rotateZ(180);
model(heimen);
pop();

// cottage
⑪ push();
translate(130, -222, 200);
noStroke();
  ambientLight(50);
  directionalLight(205, 92, 92, 1, 1, 1);

scale(0.5);
rotateX(0);
rotateY(y);
rotateZ(180);
model(cottage);
pop();

```

- ⑩ モデル下部の白い板作成をおこなう
 ⑪ 手前右側緑色の山の上に立つ家の作成をおこなう

```

⑫ // cross
push();
translate(-130, -240, 130);
noStroke();
  ambientLight(20);
  directionalLight(255, 0, 0, 1, 1, 1);

scale(10);
rotateX(0);
rotateY(y);
rotateZ(180);
model(cross);
pop();

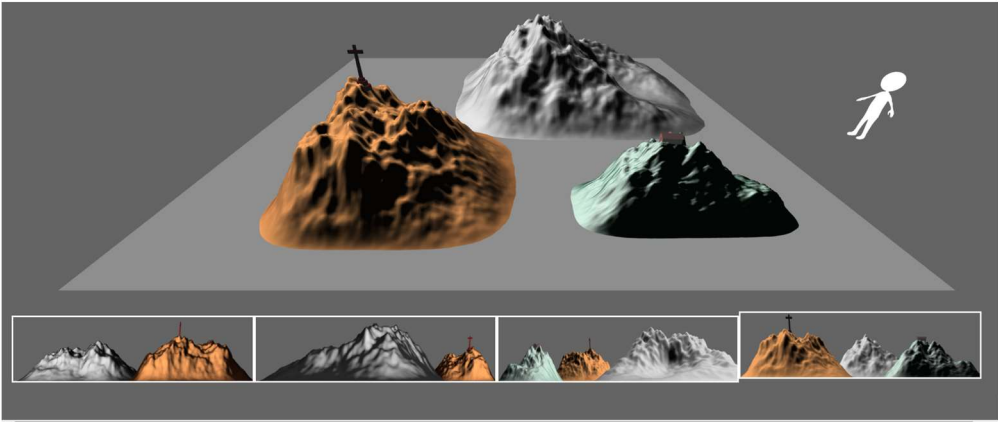
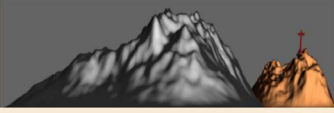
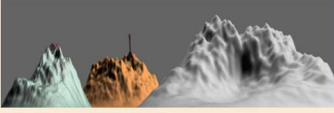
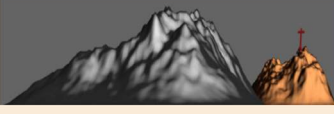
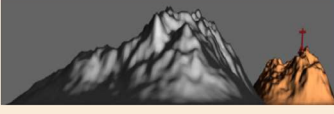
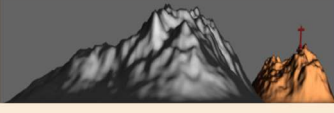
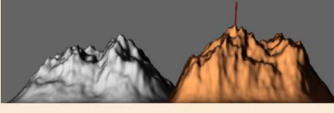
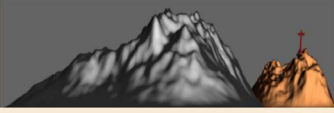
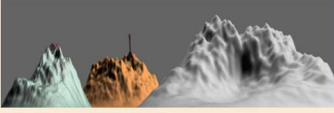
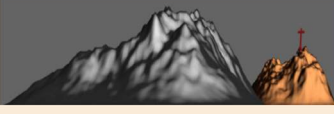
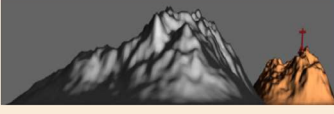
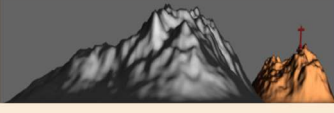
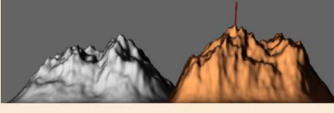
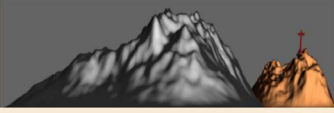
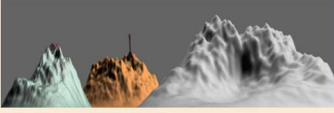
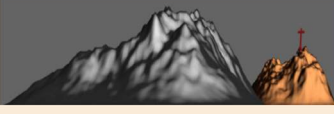
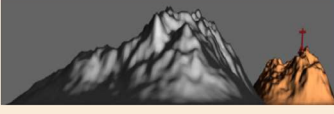
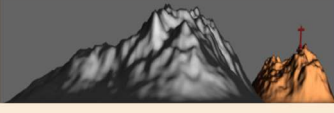
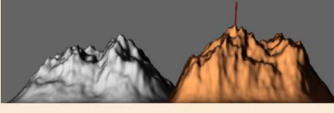
// stickman
⑬ push();
translate(sx, -160, sz);

noStroke();
  ambientLight(255);
  directionalLight(0, 0, 0, 1, 1, 1);

scale(1);
rotateX(0);
rotateY(sry);
rotateZ(180);
model(man);
pop();
}

```

- ⑫ 手前左側茶色の山の上に十字架の作成をおこなう。
 ⑬ 人形の作成をおこなう

課題実施画面・答え合わせ画面										
仕様	課題実施画面では、問題の提示、3つの山の模型の表示、人形の表示、回答選択画像の提示を行う。その後回答内容に合わせて、解答画面の提示を行う。									
意図	利用者には、各地点に置かれた人形が見ていると思われる風景の中で、一番近いものを画面下部の写真の中から選択してもらい、3問をこなしたのち解答確認画面に遷移するようになっている。解答画面では利用者に対して自身の選択に対する正誤確認を行う。									
デザイン	<p>デザインに関しては、画面上部に問題説明スペースを設け文字は中央寄せにした。画面中央部にはわかりやすいように3つの山課題のモデルを大きく表示、画面左下の人形から見ている画像に関しては、枠で囲むことにより目立つようにデザインを行った。</p> <p>第1問：人形から見える風景を画面下部の画像の中から選んでください</p>  <p>第1問目：</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>◎</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> </table>			X			◎			X
		X								
		◎								
		X								

⑦

```
// yourSelect
let yourSelectID = data.q2
let imgNum = yourSelectID.substring(6); //onsole.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
// 正解
let correct = correctData.q2
imgNum = correct.substring(6); //console.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
resultHtml += "◎"; }
else{
// yourSelect
let yourSelectID = data.q2
let imgNum = yourSelectID.substring(6); //onsole.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
// 正解
let correct = correctData.q2
imgNum = correct.substring(6); //console.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
resultHtml += "✖"; }
}
resultHtml += "</p><p>第3問目: ";
if ( data.q3 == correctData.q3 ){
// yourSelect
let yourSelectID = data.q3
let imgNum = yourSelectID.substring(6); //onsole.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
// 正解
let correct = correctData.q3
imgNum = correct.substring(6); //console.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
resultHtml += "◎"; }
else{
// yourSelect
let yourSelectID = data.q3
let imgNum = yourSelectID.substring(6); //onsole.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
```

⑦ 2 問目に対する回答の提示をおこなう

⑧ 3 問目に対する回答の提示をおこなう

⑨

```
// 正解
let correct = correctData.q3
imgNum = correct.substring(6); //console.log("95:" + imgNum);
resultHtml += '';
resultHtml += "◎"; }
resultHtml += "</p>";
//console.log("97:" + resultHtml);

// showResult:結果表示
$("#resultDiv").css("display", "block");
$("#resultDiv").html(resultHtml);
// putData:データをサーバに保存
console.log("data=" + data);
console.log("q1=" + data.q1); console.log("正解q1=" + correctData.q1);
console.log(data.q1 == correctData.q1);
if ( data.q1 == correctData.q1 ){ console.log("第1問目: ◎"); }else{ console.log("第1問目: ✖"); }
if ( data.q2 == correctData.q2 ){ console.log("第2問目: ◎"); }else{ console.log("第2問目: ✖"); }
if ( data.q3 == correctData.q3 ){ console.log("第3問目: ◎"); }else{ console.log("第3問目: ✖"); }
}

function resetEffectQuestion(){
$("#questions").css("background-color", "white");
}

// 正解: 1問目: slect90, 2問目: slect180, 3問目: slect270
</script>
```

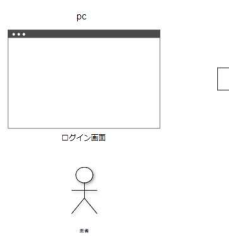
⑨ 結果の表示を HTML にておこなう

4. 「3つの山課題 Web アプリ」開発過程

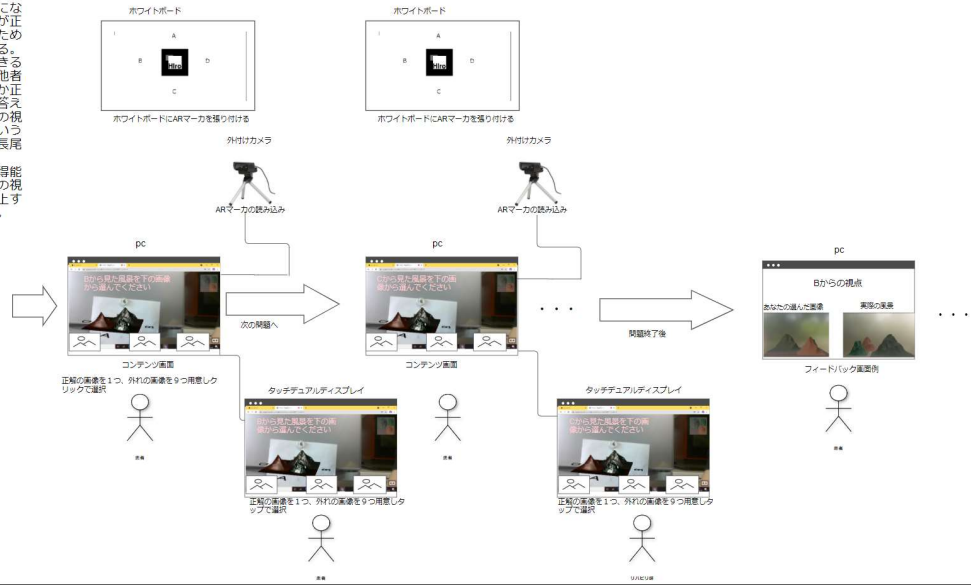
4.1. ミーティング初期の開発案フレームワーク

初期の案では、AR マーカを用意し、それを PC の外付けカメラで AR マーカを読み取り 3 つの山モデルを表示し、画面下部の選択肢の中から回答を選択後フィードバック画面に遷移する。実験参加者には、タッチデュアルディスプレイを用いてタップなどの指での操作で回答する仕組みだった。使用機材はパソコン、タッチデュアルディスプレイ、外付けカメラを用いる予定であった。(図 6)

ピアジェとインヘルターは、子ども
 の頭の中での変換操作ができるよう
 になると、イメージ上でのものの把握が正
 確になると考え、それを実証するた
 めに「三つ山問題」を行ったのである。
 もし頭の中で自在に変換操作がで
 けるのであれば、自分の視点以外に（他
 者の視点）からものが見えるが正
 確に答えられるはずであり、もし答
 えられないのであれば、幼児は自己の視
 点からしかものが把握できないとい
 う結論にたどり着くことになる。（長尾
 2007）



- ① オンライン化
- ② 2つのテスト方法があるとうい
- ③ グーグルマップとの差別化

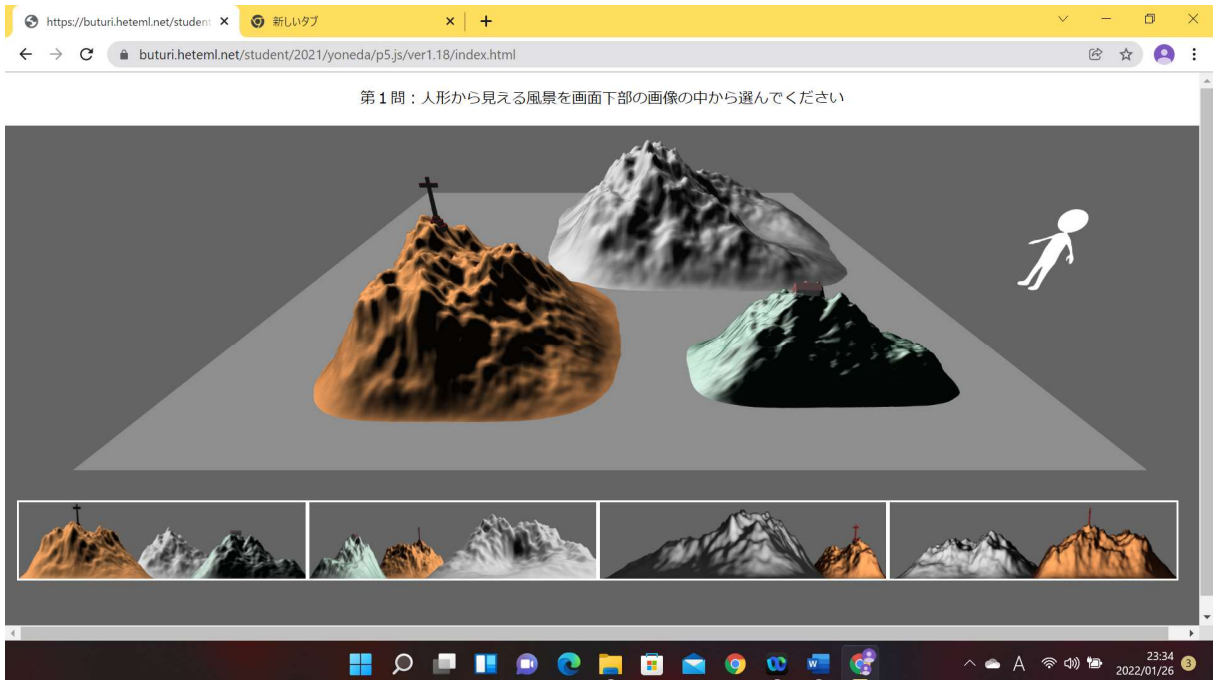


(図6) 3つの山課題初期の開発案フレームワーク

4.2. 「心理学ミーティング」による経緯

本アプリ「発達心理学における空間認知課題アプリ」は、ミーティング序盤で AR の技術を用い、実際その場に AR マーカを置き、それを用いる形で開発を行う予定であったが、ミーティングを通して外付けカメラや AR マーカを用意する負担が大きいなどの理由から、Web 上で利用できるアプリケーションとして開発を行った。これらを踏まえて以下に計回のミーティング内容をまとめる。

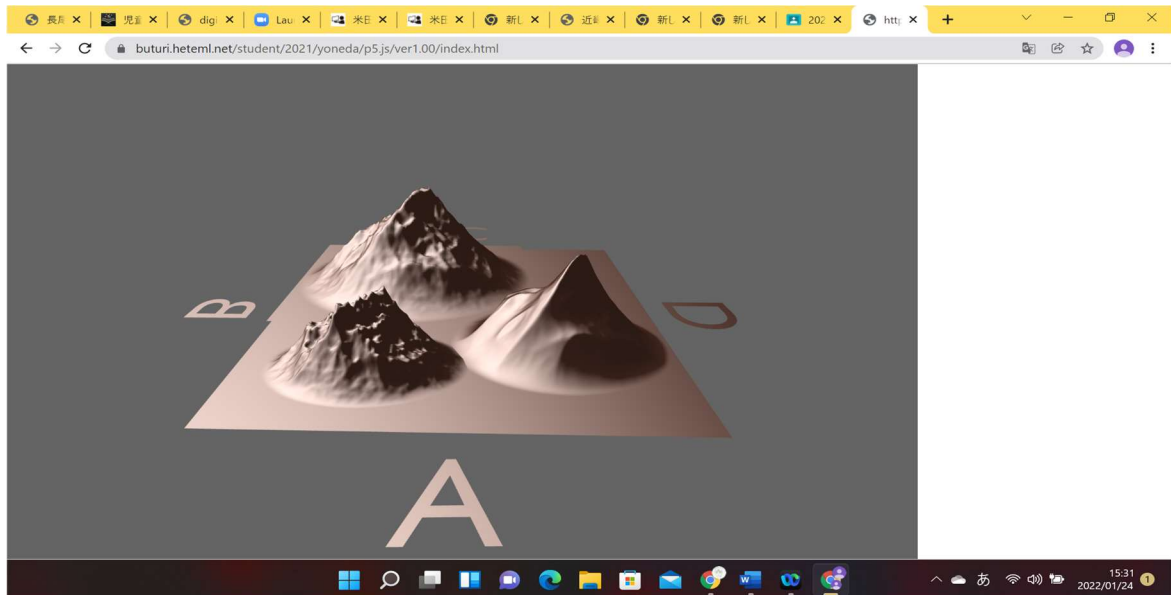
・最終的な完成系



---7月13日「心理学ミーティング事前準備」---

Blender を用いて三つの山課題のモデルを作成, p5.js を用いてモデルの描画を行った。

TEST: 3つの山課題の山のモデルを再現する形で作成, obj ファイルは1で描画し, 色は単色で表現した。

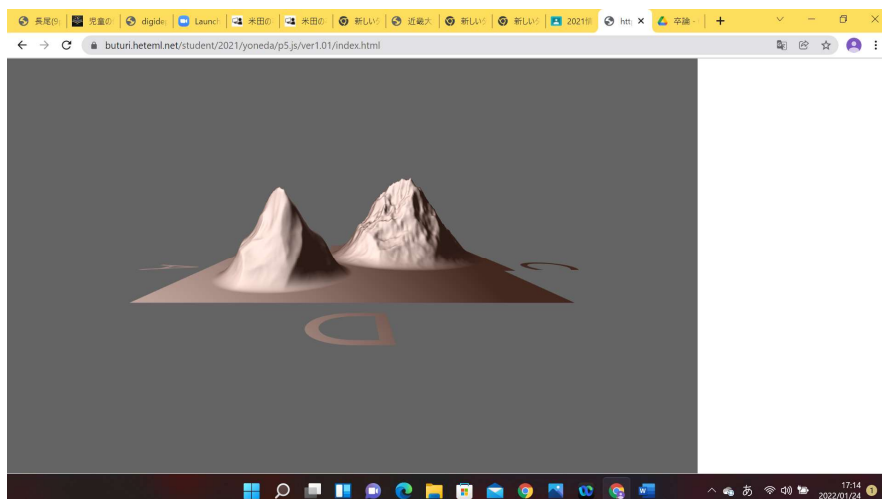


--- 7月13日1回目「心理学ミーティング」 ---

- ・主な内容
- 高次脳機能障害についての理解の掘り下げ・問題定義
- TESTの修正・意見
- Webアプリの企画要件
 - ・テスト修正点
- 視点を移動できるようにして別の視点からモデルを見れるようにする。
 - ・企画, 要件
- 視点移動機能

--- 1回目 ミーティングを踏まえて ---

Ver.1:キーボードでの p5.js での視点移動機能を追加した. キーボードの B を押せば B の視点に移動し, C を押せば C の視点に移動する. 文章下部の画像では D を入力したため D の視点に移動している. 現段階では, 視点移動機能を追加しただけであり ver1.01 と大差がない.

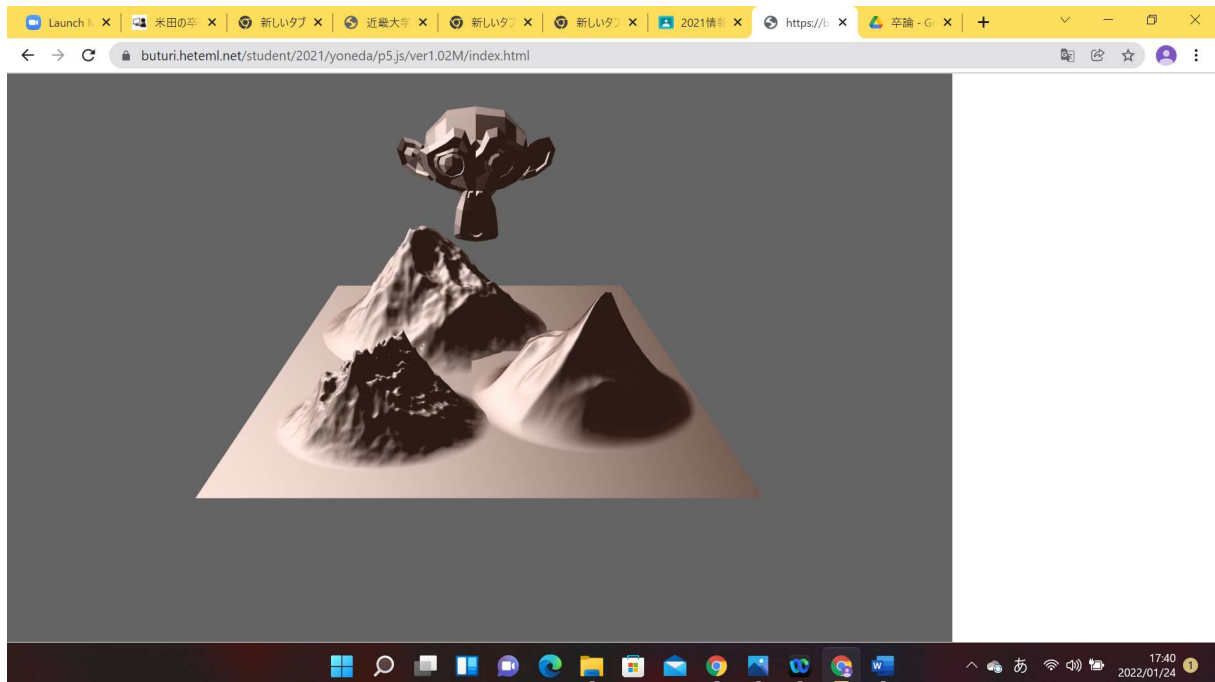


--- 8月3日2回目「心理学ミーティング」 ---

- ・主な内容
- 認知行動療法についての理解の掘り下げ・問題定義
- Ver.1の修正・意見
- Webアプリの企画要件
 - ・ Ver.1についての修正点
- 実際のテストのように人形などのモデルを配置したほうが良い
- アルファベットが視点の移動に伴って反転しているので削除したほうが良い
 - ・ 企画, 要件
- 人形のモデルの追加
- アルファベットの削除

--- 2回目 ミーティングを踏まえて ---

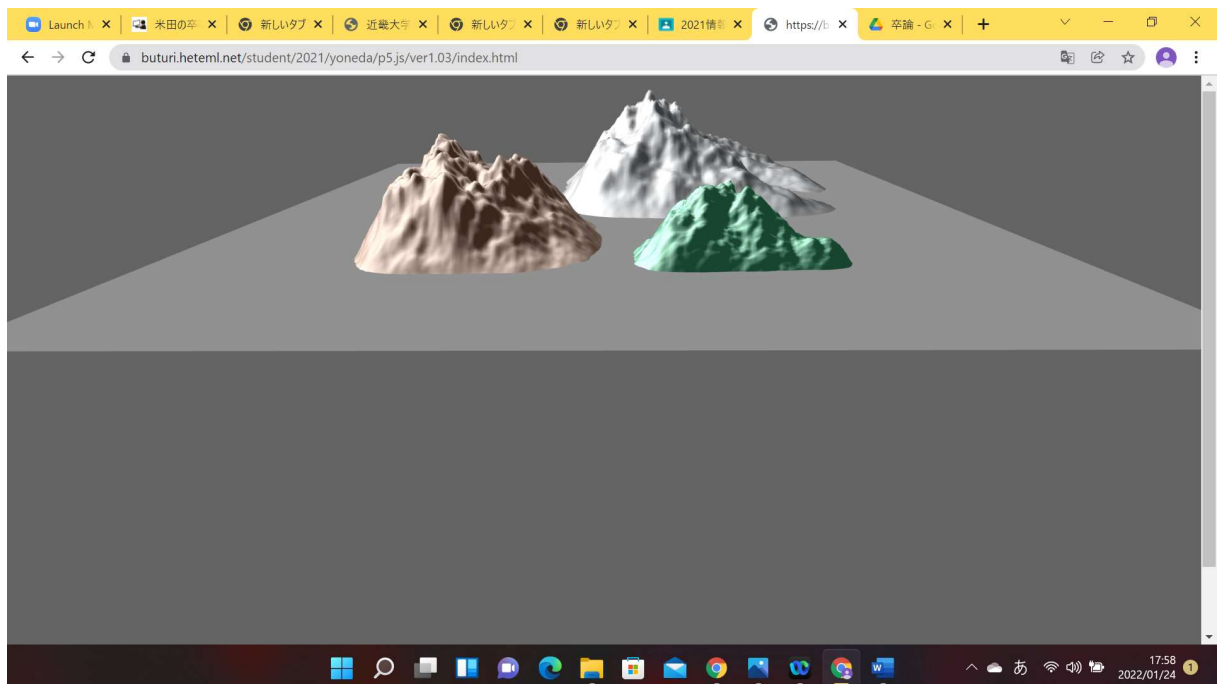
Ver.2: 人形のモデルを作成する代替として, **Blender** の中に素材として入っているサルの顔のモデルを配置し, アルファベットは消去した. 現段階では, サルのモデルを配置したのみで山のモデルの変更などは行っていない.



--- 9月3日3回目「心理学ミーティング」 ---

- ・ 主な内容
 - 認知行動療法についての理解の掘り下げ・問題定義
 - ver.2 の修正・意見
 - Web アプリの企画要件
 - ・ Ver.2 についての修正点
 - 山の色分けをしないとどの山かわからない
 - 山モデルを精工に作ってほしい
 - ・ 企画, 要件
 - 各山の色付け
 - 山モデルの作り直し
- 3回目 ミーティングを踏まえて ---

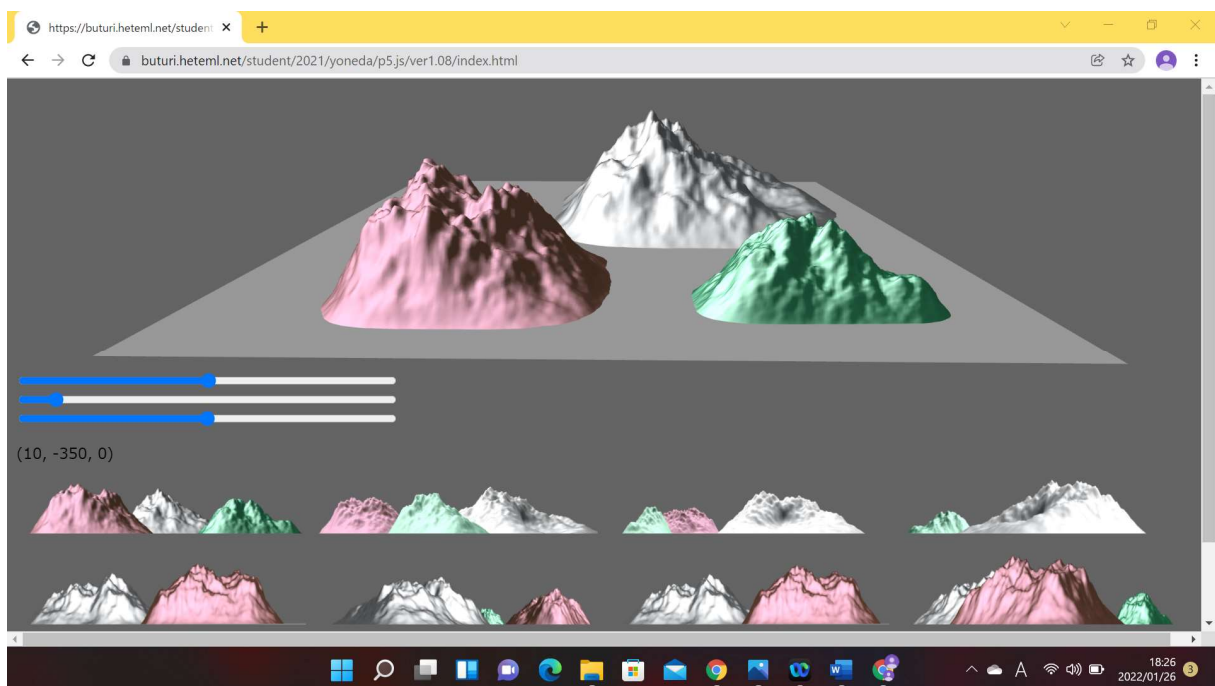
Ver.3: 山モデルの作り直しを行い, 各山ごとにモデルを1つずつ作成, 3つのobjファイルを作成しそれぞれにp5.jsで色の設定を行った. 各山は緑色, 茶色, 鼠色で描画. また, 底面の板のobjファイルを作成し計4つのモデルを配置し描画を行う事とした. しかし, まだ選択肢の配置はできていないので完成には程遠い.



--- 10月9日4回目「心理学ミーティング」 ---

- ・ 主な内容
 - 認知行動療法についての理解の掘り下げ・問題定義
 - Ver.3 の修正・意見
 - Web アプリの企画要件
 - ・ Ver.3 についての修正点
 - 選択肢を表示
 - ・ 企画, 要件
 - 選択肢を表示する
- 4回目 ミーティングを踏まえて ---

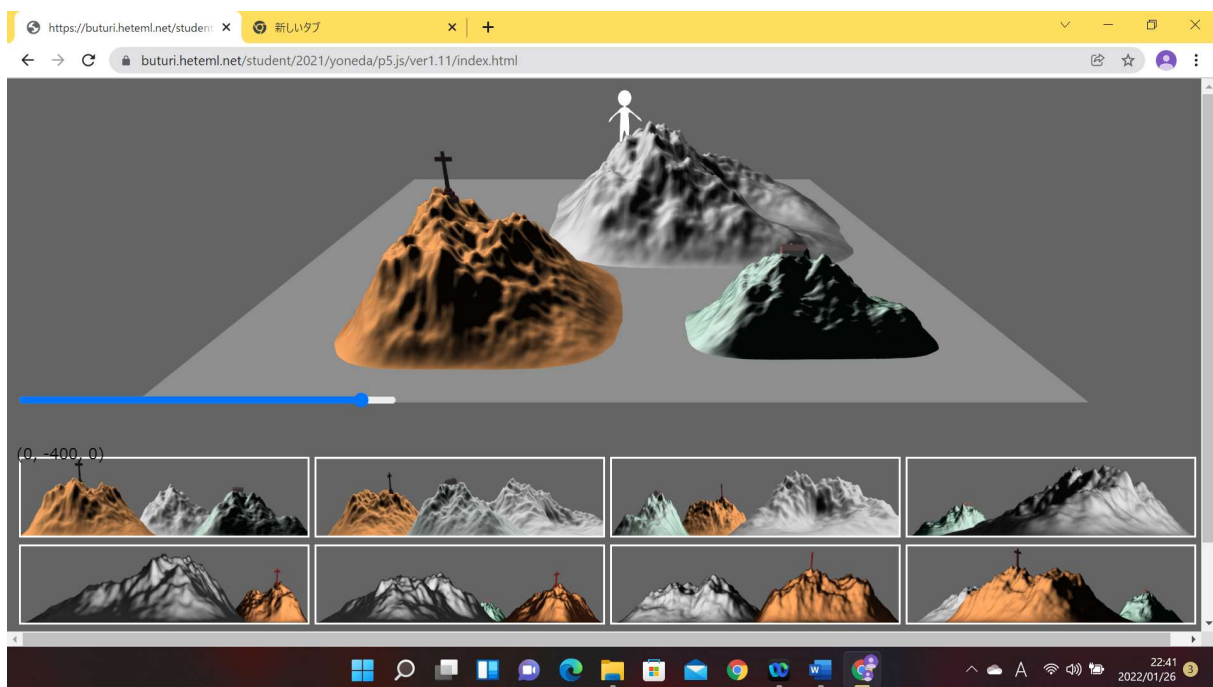
Ver.4: 視点正面を0度としたときの45度おきに写真を撮り計8枚の写真を画面下部に、縦2列横4列で配置した。中央左端にスライダを配置し、スライダを移動させることによりカメラの視点を移動できる機能を追加した。



--- 11月12日5回目「心理学ミーティング」 ---

- ・主な内容
 - アプリの現状報告・問題定義
 - Ver.4の修正・意見
 - Webアプリの企画要件
 - ・Ver.4についての修正点
 - 人形を配置してほしい
 - 山のモデルに家や十字架を配置してほしい
 - 選択枝に枠がないで分かりにくい
 - ・企画, 要件
 - 人形の配置
 - 山の上に家のモデル配置, 十字架の設置
 - 選択枝に枠を追加する
- 5回目 ミーティングを踏まえて ---

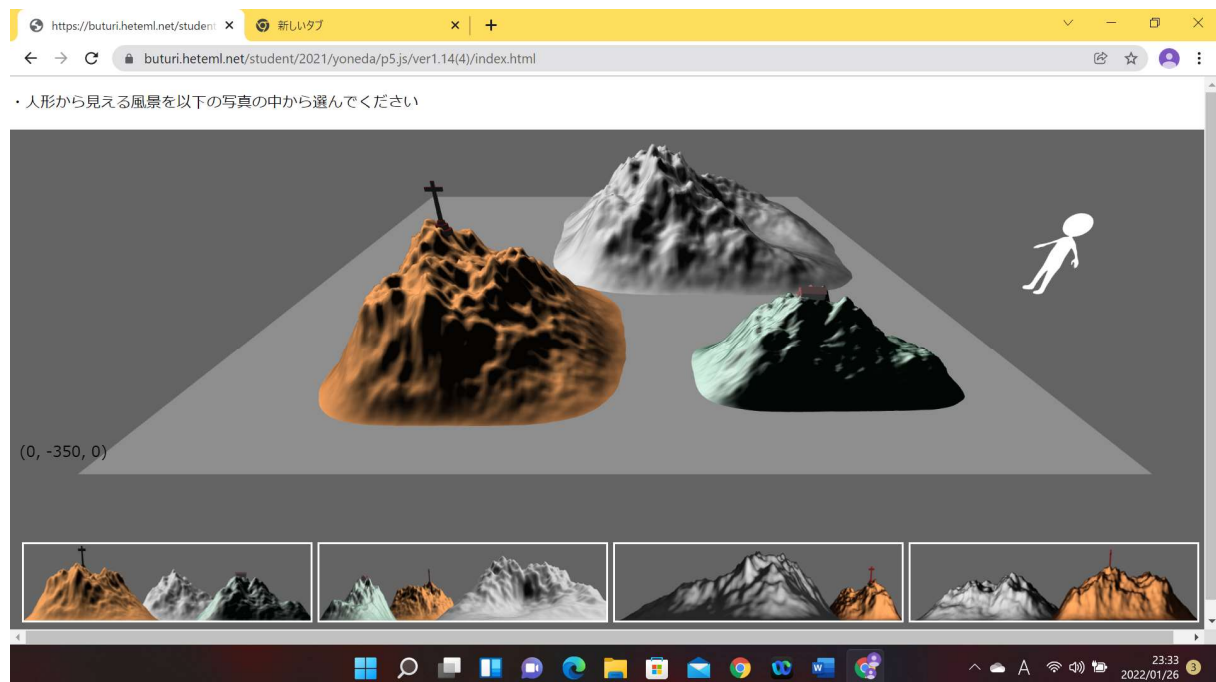
Ver.5: 山モデルの作り直しを行い, 手前右側緑色の山の上に家のモデルを配置, 手前左側茶色の山の上に十字架を設置した. また, 山の奥に人形を配置した. スライドの数はわかりやすくするため目線の高さを変えられる1つだけとし, 選択画像に関してはカーソルを画像上に持ってきた場合には2pxほど浮き上がる設定とし, 現在選択している画像をわかりやすくした. また, 前回のミーティングで指摘があった枠に関しては2pxの白枠をそれぞれの画像に設定した.



--- 12月16日6回目「心理学ミーティング」 ---

- ・主な内容
 - アプリの現状報告・問題定義
 - Ver.5の修正・意見
 - Webアプリの企画要件
 - ・Ver.5についての修正点
 - 視点移動機能は課題実施時には必要はない
 - 8択は、難易度が高いので簡単な難易度を実装してほしい。
 - そもそもいきなり課題が始まるので人形が課題に対する練習画面が欲しい
 - 回答の画像に関しては、ランダムに表示するようにしてほしい。なぜなら、利用者は正答の場所を暗記してしまうので。
 - ・企画、要件
 - 視点移動を持たせたスライダの削除を行う
 - 画像の数を減らし、4択にしたアプリを実装
 - 課題に対する練習画面を用意
 - 回答の画像をランダムで表示を行う
- 6回目 ミーティングを踏まえて ---

Ver.6: 山のモデルの作り直しは行わず、視点移動機能を実装したスライダは削除し、画像を4つから4つに減らした。また、課題に対する練習画面を実装し、画像はページを新たに読み込むたびにランダムに表示されるようにした。



--- 1月14日7回目最終「心理学ミーティング」 ---

-主な内容アプリの現状報告・問題定義

-Ver.6の修正・意見

-Webアプリの企画要件

・Ver.6についての修正点

-文字を見えやすい場所に移動してほしい

-3つの山課題の説明画面を付けてほしい

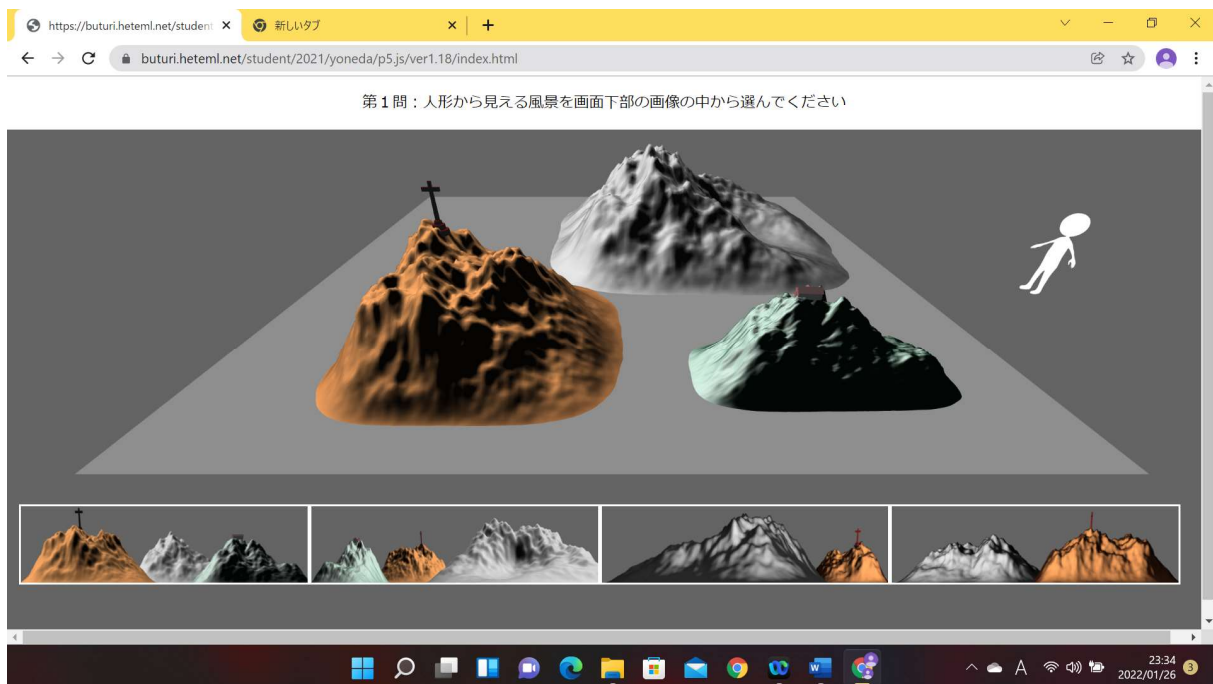
・企画, 要件

-問題説明を中央に寄せる

-問題の最初に3つの山課題の説明画面を付ける

--- 7回目 ミーティングを踏まえて ---

Ver.6: 問題文を中央に寄せて, 3つの山課題に対する説明画面を追加し, 画像を選択したときに次の画面に移動するようにした.



5. まとめと課題

本研究では、「3つの山課題のWebアプリ開発」を目標に開発に取り組んだ。その結果、以下の機能実装・目標を達成した。

- ・3つの山課題を実践するための模型製作が不要に
—厚紙や紙粘土で作られていた三つの山課題のモデルをCGのデジタル化を行う事で模型製作が不要となった。

- ・いずれの場所でもネット環境さえあれば課題を実践可能に
—このアプリはWebアプリのためネットワーク環境下であればどのような場所でも実践が可能となる。

- ・課題に対する説明画面の実装
—どうゆう目的でこの3つの山課題をやるのか、課題に対する理解力を深めてもらうことができるようになる。

- ・解答確認画面の実装
—ボタンを左クリックすることで模型上の視点が移動し、写真と実際の見え方の違いをその場で確かめてもらうことができるようになる。

本アプリの開発の過程では、心理学ミーティングでの助言を通して、多くの3つの山課題のモデルの修正を行い、アプリとして形にすることができ、発達心理学で多くの論文が書かれているPiaget,J. & Inhelder,B.の3つの山課題のWebアプリ化を行う事で総合的に価値があるものがあったと思っている。しかし、アプリ化できたのは実験の一部だけであり、山の模型を動かし配置する課題と写真から人形がいる位置を予測する課題に関しては実装がすることができなかった。そのほかにも改善したい箇所や追加したい機能は以下にまとめる。

まず改善点は以下のとおりである

- ・山のモデルに関しては精巧に作成する
- ・レイアウトを調節し、スマートフォンなどにも対応させる。
- ・課題の結果をサーバ上で保持させる

次に、追加したい機能は以下のとおりである

- ・課題遂行時間の計測機能ユーザ登録機能と分析機能
- ・3つの山の課題の類似課題の提示
- ・難易度の追加

以上のように完成とはまだ言えないが、本研究を通して心理学の理解を深めたのちに、それをもとにしたアプリを開発する困難を体験することができた。価値のあるコンテンツを作るためには、研究分野を飛び越えて開発を行う事で多くの視点でアプリを開発することの重要性を学ぶことができた実感している。このように自分の専門分野を飛び越えて、勉強を行うという経験ができたのは、今後生かされる機会が必ず来ると考えている。

6. 謝辞

本研究にあたって、多くの場面で助言やご指導いただいた徐丙鉄教授、心理学ミーティングにおいて3つの山課題の話題提供や助言をいただいた、長崎県立大学の橋本優花里教授をはじめとする教授方、広島大学大学院教育学研究科の小林様、広島県立障害者リハビリステーションの心理療法士の宗沢とわ様に御礼申し上げます。

7. 参考文献・参考サイト

- [1] 福田 由紀 視覚的イメージ操作に関する発達的研究(2022/2/01 閲覧)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjep1953/39/3/39_348/_article/-char/ja/
- [2] 田中 芳子 児童の位置関係の理解(2022/2/01 閲覧)
<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10623162>
- [3] 渡辺 雅之 空間的視点取得(2022/2/01 閲覧)
<https://www.edu.shiga-u.ac.jp/~watanabe/index.html>
- [4] 長尾 寛子 子どもの空間認知の自己中心性と幼児絵画の発達(2022/2/03 閲覧)
<https://ci.nii.ac.jp/naid/110006243644>
- [5] JavaScript(2022/1/20 閲覧)
<https://ja.wikipedia.org/wiki/JavaScript>
- [6] p5.js(2022/1/31 閲覧)
<https://p5js.org/>
- [7] jQuery(2022/2/1 閲覧)
<https://ja.wikipedia.org/wiki/JQuery>
- [8] Blender(2022/2/1 閲覧)
<https://ja.wikipedia.org/wiki/Blender>
- [9] Free3D(2022/2/05 閲覧)
<https://free3d.com/ja/>