

空間認知に関する研究
—提示媒体の差を通して—

東京理科大学
工学部建築学科
坂牛研究室

4118054 曾根大滉

指導教員 主査 坂牛 卓

Abstract

RESEARCH ON SPATIAL COGNITION

Through the use of different media

Haruaki SONE

The purpose of this research is to clarify the difference in spatial cognition by media.

The method is as follows:

1. The subjects were shown a room through three different media: photograph, monitor, and VR. And they drew sketches of the room based on their experiences.
2. The shape and size of the room in the sketches were analyzed using a scoring system and variance.
3. The monitor gave the most realistic experience of the three media, but the cognition of height was the most difficult.

The photograph was the most difficult for spatial cognition, but the cognition of height was the easiest.

目次	
梗概	p.007
第1章 序論	p.011
1.1. 目的と内容	
1.2. 既往研究	
1.3. 論文の構成	
第2章 実験	p.013
2.1. 実験媒体	
2.2. 実験準備	
2.3. 実験概要	
第3章 実験結果	p.019
3.1. 室の形の分析	
3.2. 室の大きさの分析	
第4章 結	p.027
4.1. 結論	
4.2. 考察	
4.3. 今後の展開	
参考文献	p.030
謝辞	p.031
資料（図面結果）	p.035

梗概

1. 研究の背景と目的

現在、設計者は施主との空間のイメージのすり合わせには紙に印刷された建築パースの写真を主に使用する。しかし施主がそこから認知した空間イメージのまま実際の空間を訪れると、想像よりも狭かったなどギャップが生まれる可能性がある。そこで近年開発されたVRをイメージのすり合わせの道具として、それら空間提示の媒体の差による空間認知の差を明らかにすることを本論の目的とする。

2. 既往研究

模型とVRなどで建物の高さ比較などの媒体差についての既往研究^{注1)}はあるが、室空間における寸法の空間認知の媒体のよる違いに関する研究は見当たらない。

3. 実験方法

実際にある室を3DCG化し、①そのCGのパース写真を印刷した紙（以降パース写真と呼ぶ）、②モニターに映して視点移動を可能にしたもの（以降モニター）、③ゴーグル状で頭に装着するデバイス（ヘッドマウントディスプレイ、以降HMD）を装着してのVR体験（以降VR）の3パターンを被験者に体験させる。その後被験者に体験した空間の手書き図面（平面図、立面図一面のみ）を手書きで書かせる。それを基に比較、分析する。




3. 1. 実験準備

レンタルスペースとして貸し出されている室^{注2)}（図1）を実測し、Rhinoceros6にて3DCG化する。そのデータをUnreal Engine4（以降UE4）にインポートし、各媒体の視点を用意する。②モニターはUE4のテンプレートを利用し、マウスにて視点移動できるようにする。身長10cmごとの視点高さを準備し、各被験者の身長に合わせる。①パース写真は②モニターの視点を切り取ったものである。③VRでは同じくUE4を用い、HMDにはOculus社のOculus Quest2を使用する。（表1）

3. 2. 実験概要

被験者として建築学生12人、非建築学生6人を対象とする。各被験者にすべてのデバイスを体験させる。①②③すべてが同じCGデータのため順番による空間の経験差を加味し、順番を並び替え①→②→③、①→③→②、②→①→③、②→③→①、③→①→②、③→②→①の計6パターンを3人ずつ行う。それぞれの媒体で表2のタイムスケジュールに乗っ取って行う。体験1・2は異なる場所からの視点である。被験者は手書き図面を合計3回書く。手書き図面は方眼紙を用い、1マス（3mm角）を実際の空間の10cmとして書かせる。その後1cm単位でデータ化する。

▼表1 各媒体の情報

①パース写真	②モニター	③VR
用紙はA3サイズとした。椅子に座った状態で机に用紙を置き、被験者が持ち上げたりすることは可とした。 以下は身長170cmの視点用のパース写真である。 	27インチのモニター（Dell社の型番2707WFP c）を使用した。モニターが正面になるように座り（目と画面の距離：約60cm）、被験者にマウスを動かして視点移動をしてもらう。 	Oculus Quest2をOculus LinkによってPCと接続。付属するコントローラーの使用はなしとした。体験時の体勢は、50cm四方のマスに立ち、その中でのみ回転などの移動は可とした。 

4. 実験結果

室の図面と被験者が手書きした図面をデータ化した一例を図2に示す。室の形と大きさの二項目について着目する。室の形では室の各壁の水平方向の長さの割合（以降室形状）とドア・窓などの建具の位置（以降建具位置）について分析する。室の大きさに関しては、床の面積、高さの二項目について分析する。

4. 1. 室の形の分析

平均得点と分散によって評価し、平均得点が高い方が空間認知により適したものとする。分散はデータの散らばり具合を示すものであり、散らばりが小さい方が個人差が少なく、認知しやすいものである。平均得点は高い方が1位、分散は小さい方が1位とする。

4. 1. 1. 室形状の分析

図2に示した南西側の壁の水平方向の長さを基準とする。他の壁の長さを基準壁との長さ比によって算出する。そしてそれぞれ対応する壁の数値の差が大きくなるほど得点を引いていく。南東側の壁は全体的な形状に影響があるため得点を2倍とした。そのため、最高得点は20点満点が1項目、10点満点が4項目の計60点満点である。

①パース写真

平均得点は建築学生は57.33点、非建築学生は56.67点と3位であった。分散は建築学生の方は3位であった。（表3）

②モニター

平均得点は建築学生は58.33点、非建築学生は58.2点と両方とも③VRと同点で1位であった。分散は建築学生の場合は1位だが、非建築学生の方では3位であった。（表3）

③VR

平均得点は②モニターと同じで1位であった。また分散は建築学生が2位、非建築学生が1位であった。（表3）

4. 1. 2. 建具位置の分析

窓、ドアの位置に注目して分析する。壁の水平方向の長さに対して建具の中心点の場所を出し、実空間と比較して差によって得点を引いていく。1つの建具に対し最高得点を10点としたが、対応する壁に建具がある場合、最低得点は5点とする。対応する壁とは他の壁に建具がある場合は3点を与えた。最高得点は4項目で計40点である。（図2）

①パース写真

建築学生の場合、平均得点が35.64点で3位、分散も3位であった。分散に関しては他2つの媒体と比べてとても大きかった。（表4）

▼表2 タイムスケジュール

体験1	休憩	体験2	手書き図面
60秒	30秒	60秒	目安 5分



▲図1 室の実際の写真

②モニター

平均得点が建築学生、非建築学生ともに9割を超える37.73点、38点であり、唯一非建築学生が建築学生の得点を超えた。分散もそれぞれ1位であった。(表4)

③VR

建築学生の平均点はほぼ3位の①パース写真と変わらない35.92点の2位で非建築学生は32.5点の3位、分散ではそれぞれ2位、3位であった。(表4)

4. 2. 室の大きさの分析

実空間の面積、高さはそれぞれ12.47㎡、2.4mであり、これを1としてそれぞれのデータを比較した。こちらも比率の平均と分散にて評価し、比率は1に近い方が、分散は小さい方がより空間認知がしやすいものとする。比率は1日開放の方が1位、分散は小さい方が1位とする。

4. 2. 1. 面積の分析

①パース写真

建築学生の方の平均が唯一1を超えており、非建築学生も0.838と僅差ではあるが1位であった。(表5)

②モニター

比率の平均はどちらも0.936、0.833と2位であったが、分散が1位であった。(表5)

③VR

建築学生の平均が0.999と非常に1に近かった。しかし非建築学生は0.818と3位であった。(表5)

4. 2. 2. 高さの分析

①パース写真

平均比率が建築学生が0.953、非建築学生が0.985とどちらも値が1位の媒体であった。非建築学生の場合、分散が1位であった。(表6)

②モニター

建築学生の分散の値のみ2位であったが平均比率が建築学生が0.935、非建築学生が1.04で3位など、それ以外の項目はすべて3位であった。(表6)

③VR

平均比率が建築学生が0.938、非建築学生が1.027であり両方とも2位であった。建築学生の分散は1位、非建築学生は2位であった。(表6)

5. 結論

本研究では以下のことが明らかになった。

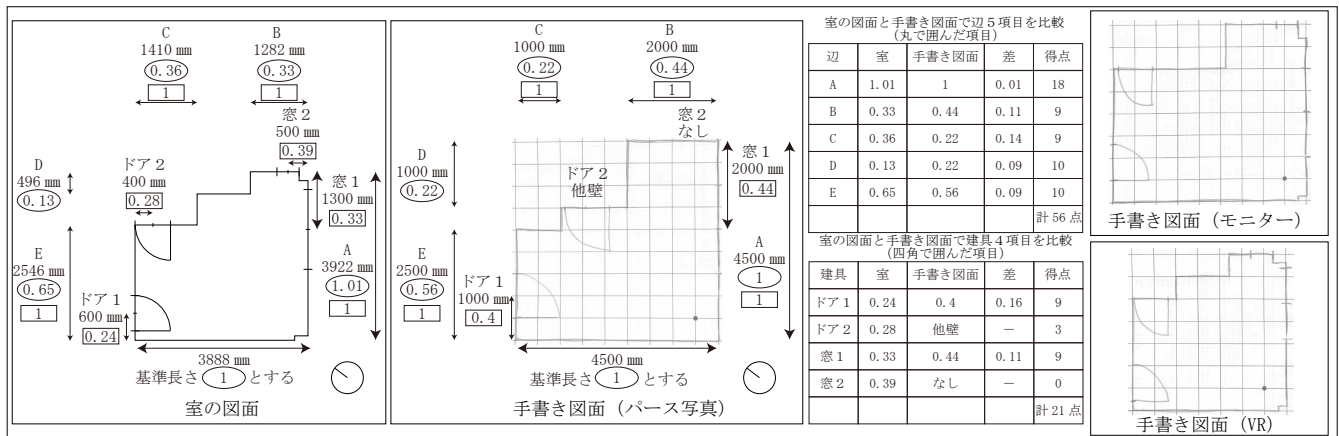
(1) 4項目の平均と分散の合計8項目において、②モニターが建築学生では5項目で1位、非建築学生では4項目で1位の値を取ったため、一番空間認知がしやすい媒体であると考えられる。しかし、唯一高さの項目では4項目中3項目で最下位であり、認知が難しいものと考えられる。

(2) ③VRでは2位の項目が建築学生が4項目、非建築学生が3項目であったが、②モニターの値と僅差であった。そのため空間認知のしやすさは②モニターとの差異は少ないものであった。

(3) ①パース写真については建築学生の方では6項目で3位の値を取っており、一番空間認知が難しい媒体であると考えられる。しかし、②モニターとは反対に高さに関しては一番認知がしやすい媒体である。

6. まとめ

空間提示媒体による室空間の空間認知について項目ごとに分析したことで空間認知に関してそれぞれの媒体の長所が分かった。モニターが一番空間認知がしやすいが高さのみ難しいこと、VRはモニターと比べ空間認知が難しいが差異が少ないこと、パース写真は高さのみ把握しやすいが、一番空間認知が難しいことを明らかにした。



▲図2 室の図面と建築学生Aの手書き図面の得点例

▼表3 室形状の得点、分散

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	57.33 (3)	58.33 (1)	58.33 (1)
	分散	6.889 (3)	3.556 (1)	5.722 (2)
非建築学生	平均	56.67 (3)	58.2 (1)	58.2 (1)
	分散	5.556 (2)	9 (3)	4.556 (1)

表括弧内は他媒体と比較したときの順位である。

▼表4 建具位置の得点、分散

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	35.64 (3)	37.73 (1)	35.92 (2)
	分散	76.58 (3)	16.08 (1)	30.58 (2)
非建築学生	平均	34.17 (2)	38 (1)	32.5 (3)
	分散	30.14 (2)	18.47 (1)	54.92 (3)

表括弧内は他媒体と比較したときの順位である。

▼表5 面積の比率、分散

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	1.124 (3)	0.936 (2)	0.999 (1)
	分散	0.068 (2)	0.051 (1)	0.136 (3)
非建築学生	平均	0.838 (1)	0.833 (2)	0.818 (3)
	分散	0.274 (3)	0.051 (1)	0.091 (2)

表括弧内は他媒体と比較したときの順位である。

▼表6 高さの比率、分散

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	0.953 (1)	0.935 (3)	0.938 (2)
	分散	0.011 (3)	0.011 (2)	0.007 (1)
非建築学生	平均	0.985 (1)	1.04 (3)	1.027 (2)
	分散	0.007 (1)	0.150 (3)	0.016 (2)

表括弧内は他媒体と比較したときの順位である。

脚注：注1) 福田知弘 他「模型とVRを通じた寸法把握特性に関する基礎的研究」『日本建築学会・情報システム技術委員会 第35会報・システム・利用・技術シンポジウム 2012』2012年12月 p.183～186

注2) 「instabase」掲載。東京都葛飾区東小町2-7-8

参考文献：1) 藤澤陽介 他「仮想の住空間を探索した際の空間認知特性」『日本建築学会東海支部研究報告書』2004年2月 p.529～532

第 1 章

序論

1.1. 目的と内容

現在、設計者は施主との空間のイメージのすり合わせには紙に印刷された建築パースの写真を主に使用する。しかし施主がそこから認知した空間イメージのまま実際の空間を訪れると、想像よりも狭かったなどギャップが生まれる可能性がある。そこで近年開発された VR をイメージのすり合わせの道具として、それら空間提示の媒体の差による空間認知の差を明らかにすることを本論の目的とする。

1.2. 既往研究

模型と VR など建物の高さ比較などの媒体差についての既往研究はあるが、室空間における寸法の空間認知の媒体のよる違いに関する研究は見当たらない。

1.3. 論文の構成

本研究では、最初に実験の準備、概要を決め、実験を行う。(2章)そしてその実験によって出た結果から分析をする。(3章・4章)その後分析結果から考察を行う。(5章)

【脚注】

1) 参考文献 1

第2章

実験

2.1. 実験媒体

空間提示の媒体には先ほど述べたもの以外にも、モニターに3DCGを映し各自で視点移動が可能にしたものやウォークスルー動画という見せたい部分を中心とした導線を設定した動画が存在する。しかし後者はあらかじめ視点移動が決定されているため、その決定の仕方によって室の空間把握の違いが生まれる可能性がある。

今回の実験をする際に媒体の差を比較したいため、それ以外の差を生み出す可能性があるものはできるだけ排除する。

そのため今回は以下に示す3つの媒体について比較することにする。

- A. パース写真
- B. モニター
- C. VR

Aは従来使用されている3DCGのパース写真を印刷した紙である。A3サイズの内紙に印刷した。

Bは3DCGをモニターに映したものである。今回は27インチのDell社のモニター（型番：2707WFP c）を使用する。

Cはゴーグル状で頭に装着するデバイス、通称ヘッドマウントディスプレイ（以降HMD）を装着して行うVR体験のことである。HMDにはOculus Quest 2を使用し、Oculus LinkによってPCと接続。付属するコントローラーの使用はなしとする。

2.2. 実験準備

まず使用する室の3DCGを用意する必要がある。次の行程によって作成する。

- ①実際にレンタルスペースとして貸し出されている室^{※3}を実測する。
- ②実測にて得たデータを基にRhinceros 6にて3DCG化する。
- ③その3DCGをUnreal Engine 4（以降UE4）にインポートして、レンダリング、各媒体での視点を準備する。

各媒体で使用する視点は以下のようにする。

A. パース写真

次に述べるモニターでの視点を切り取ったものである。視線向きは水平方向に設定した。身長10cmごとに分けてそれぞれの目線高さに合わせる。写真であるため、視点移動は不可である。

B. モニター

UE4に存在するFPSテンプレートを利用する。身長10cmごとに目線高さを分けて準備し、被験者の身長に合わせる。被験者がマウスを動かして視点移動をする。FPSテンプレートを利用すると移動も可能になるが、今回は移動はなしとする。

C. VR

こちらも同じくUE4のVRテンプレートを利用する。身長差はHMDの高さによって自動的に調整されるため、その点の準備は必要がない。視点移動は被験者が頭、もしくは体を回転させて行う。移動はなしとするが、体の回転時に多少移動してしまうことを考慮し、床に50cm四方のマスを用意し、その中でのみ移動可能とした。

2.3. 実験概要

被験者として建築学生 12 名、非建築学生 6 名を対象とする。

実験は以下の順番で行われる。すべてタイムスケジュールに乗っ取って行う。(fig.2.3.1.)

1. 一つの媒体で体験をする。

A. パース写真 B. モニター C.VR のそれぞれで室に対して 2 つの視点場を用意し、それぞれで体験（体験 1、体験 2）を 60 秒間行う。(fig.2.3.2.)

2. 手書き図面を書く。

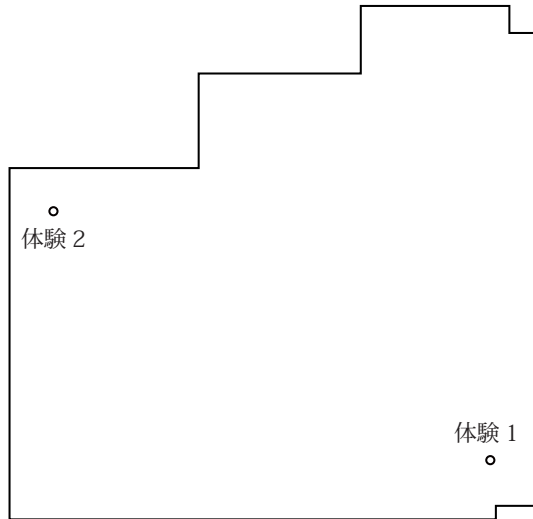
体験した室から被験者が感じた寸法を図面に書く。1 マス 3 mm 角を実際の 10 cm として平面図と一面のみ立面図を書かせる。(fig.2.3.3.)

3. 1・2 の手順を他の媒体で繰り返す。

ABC の三種類の媒体で体験するとき、すべて同じ 3 DCG データ、視点場を用いている。そのため後に体験する媒体ほど室の理解度が経験的に上がってしまい、媒体の差が順番によって異なってしまう。このことを考慮し、ABC の順番を入れ替え、A → B → C、A → C → B、B → A → C、B → C → A、C → A → B、C → B → A の計 6 パターンにした。1 パターンにつき建築学生 2 名、非建築学生 1 名が行う。一人当たり計 3 回手書き図面を書くことになる。

体験 1	休憩	体験 2	手書き図面
60 秒	30 秒	60 秒	目安 5 分

▲ fig.2.3.1. タイムスケジュール



▲ fig.2.3.2. 体験の視点場



▲ fig.2.3.3. 手書き図面の用紙

第 3 章

実験結果

3章では2章で行った実験、被験者の手書き図面を基に以下の二項目にて分析する。

A室の形の分析

得点これは以下の2つに分けられる。

A-1 室形状の分析

平面図から室の各壁の水平方向の割合にて室の形を比較分析する。

A-2 建具位置の分析

平面図からドア・窓などの建具の位置について比較分析する。

B室の大きさの分析

これも以下の2つに分けられる。

B-1 面積の分析

平面図から床面積を求め、比較分析する。

B-2 高さの分析

立面図から室の高さを求め、比較分析する。

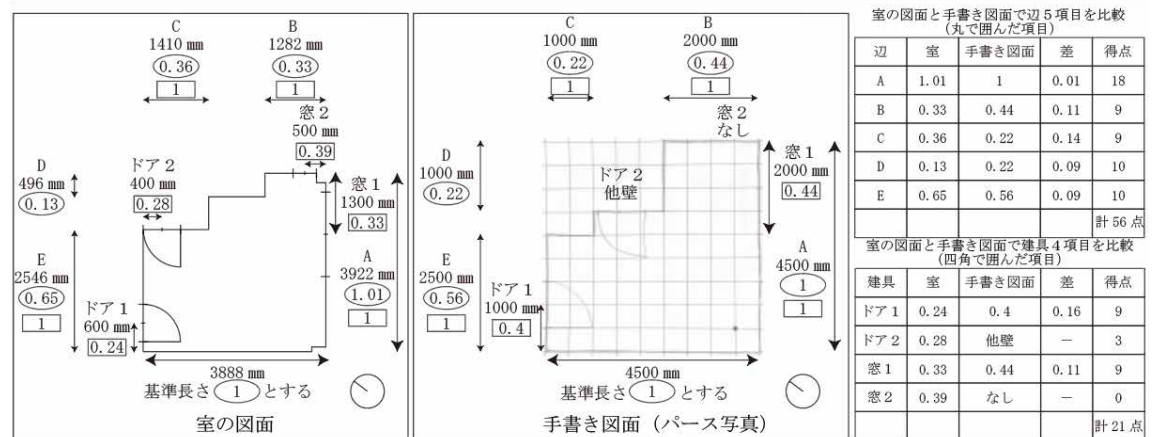
3.1. 室の形の分析

室形状の分析、建具位置の分析ともに得点制にし、それぞれの媒体ごとに平均得点、分散を求め、それを比較する。

まず得点システムであるがこのように決める。(fig.3.1.1)

室形状の方は南西ある壁を基準とし、各壁を比率で出す。それを室の図面と被験者の手書き図面のそれぞれ対応する壁を比較し、比率が0.1以上差があるごとに得点を1点ずつ引いていく。各壁の最高点は10点とした。しかし南東の壁は基準とした南西の壁とともにこの室の大まかな形を形成するために重要な壁であるため、この壁の得点のみ2倍となる20点を最高得点とし、また0.1以上差があるごとに引く得点を2点ずつとする。満点は10点の壁が4つ、20点の壁が1つの計60点である。

建具位置では建具をドア、窓それぞれ2つずつに絞る。建具のある壁に対してその建具の中心の位置を比率で出す。それを室の図面と被験者の手書き図面の対応する建具にて比較する。こちらも各建具の最高点を10点とし、0.1以上差があるごとに得点を1点ずつ引いていく。満点は10点の建具が4つの計40点である。



▲ fig.3.1.1. 得点システム

室形状の分析の結果を fig.3.1.2. に示す。他の媒体と比較して平均得点が高いほど、分散が小さいほど認知がしやすい媒体である。そのためその順番に順位付けをした。表括弧内はその順位である。各媒体で以下のようになった。

① . パース写真

平均得点は建築学生は 57.33 点、非建築学生は 56.67 点と 3 位であった。分散は建築学生の方は 3 位であった。

② . モニター

平均得点は建築学生は 58.33 点、非建築学生は 58.2 点と両方とも③ VR と同点で 1 位であった。分散は建築学生の場合は 1 位だが、非建築学生の方では 3 位であった。

③ . VR

平均得点は②モニターと同じで 1 位であった。また分散は建築学生が 2 位、非建築学生が 1 位であった。

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	57.33 (3)	58.33 (1)	58.33 (1)
	分散	6.889 (3)	3.556 (1)	5.722 (2)
非建築学生	平均	56.67 (3)	58.2 (1)	58.2 (1)
	分散	5.556 (2)	9 (3)	4.556 (1)

▲ fig.3.1.2. 室形状の平均得点、比率

次に建具位置の分析の結果を fig.3.1.3. に示す。他の媒体と比較して平均得点が高いほど、分散が小さいほど認知がしやすい媒体である。そのためその順番に順位付けをした。表括弧内はその順位である。各媒体で以下のようになった。

① . パース写真

建築学生の場合、平均得点が 35.64 点で 3 位、分散も 3 位であった。分散に関しては他 2 つの媒体と比べてとても大きかった。

② . モニター

平均得点が建築学生、非建築学生ともに 9 割を超える 37.73 点、38 点であり、唯一非建築学生が建築学生の得点を超えた。分散もそれぞれ 1 位であった。

③ . VR

平均得点が建築学生、非建築学生ともに 9 割を超える 37.73 点、38 点であり、唯一非建築学生が建築学生の得点を超えた。分散もそれぞれ 1 位であった。

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	35.64(3)	37.73(1)	35.92(2)
	分散	76.58(3)	16.08(1)	30.58(2)
非建築学生	平均	34.17(2)	38 (1)	32.5 (3)
	分散	30.14(2)	18.47(1)	54.92(3)

▲ fig.3.1.3. 建具位置の平均得点と比率

3.2. 室の大きさの分析

室の面積の分析、室の高さの分析それぞれの媒体ごとに平均比率、分散を求め、それを比較する。

室の面積の分析の結果を fig.3.2.1. に示す。室の面積は 12.47㎡である。これを 1 として各被験者の平面図から面積を割り出し比率を出す。平均比率が 1 に近いほど、分散が小さいほど面積の認知がしやすい媒体である。そのためその順番に順位付けをした。表括弧内はその順位である。各媒体で以下のようになった。

①. パース写真

建築学生の方の平均が唯一 1 を超えており、非建築学生も 0.838 と僅差ではあるが 1 位であった。

②. モニター

比率の平均はどちらも 0.936、0.833 と 2 位であったが、分散が 1 位であった。

③. VR

建築学生の平均が 0.999 と非常に 1 に近かった。しかし非建築学生は 0.818 と 3 位であった。

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	1.124(3)	0.936(2)	0.999(1)
	分散	0.068(2)	0.051(1)	0.136(3)
非建築学生	平均	0.838(1)	0.833(2)	0.818(3)
	分散	0.274(3)	0.051(1)	0.091(2)

▲ fig.3.2.1. 室形状の平均得点、比率

室の高さの分析の結果を fig.3.2.2. に示す。室の高さは 2400 mm である。これを 1 として各被験者の立面図の高さから比率を出す。平均比率が 1 に近いほど、分散が小さいほど面積の認知がしやすい媒体である。そのためその順番に順位付けをした。表括弧内はその順位である。各媒体で以下のようになった。

① . パース写真

平均比率が建築学生が 0.953、非建築学生が 0.985 とどちらも値が 1 位の媒体であった。非建築学生の場合、分散が 1 位であった。

② . モニター

建築学生の分散の値のみ 2 位であったが平均比率が建築学生が 0.935、非建築学生が 1.04 で 3 位など、それ以外の項目はすべて 3 位であった。

③ . VR

平均比率が建築学生が 0.938、非建築学生が 1.027 であり両方とも 2 位であった。建築学生の分散は 1 位、非建築学生は 2 位であった。

		①パース写真	②モニター	③VR
建築学生	平均	0.953 (1)	0.935 (3)	0.938 (2)
	分散	0.011 (3)	0.011 (2)	0.007 (1)
非建築学生	平均	0.985 (1)	1.04 (3)	1.027 (2)
	分散	0.007 (1)	0.150 (3)	0.016 (2)

▲ fig.3.2.2. 建具位置の平均得点と比率

第 4 章

結

4.1. 結論

本章では、分析結果のまとめ、またそこからの考察を述べる。

まず分析結果から以下のことが明らかになった。

(1) 4項目の平均と分散の合計8項目において、②モニターが建築学生では5項目で1位、非建築学生では4項目で1位の値を取ったため、一番空間認知がしやすい媒体であると考えられる。しかし、唯一高さの項目では4項目中3項目で最下位であり、認知が難しいものと考えられる。

(2) ③VRでは2位の項目が建築学生が4項目、非建築学生が3項目であったが、②モニターの値と僅差であった。そのため空間認知のしやすさは②モニターとの差異は少ないものであった。

(3) ①パース写真については建築学生の方では6項目で3位の値を取っており、一番空間認知が難しい媒体であると考えられる。しかし、②モニターとは反対に高さに関しては一番認知がしやすい媒体である。

4.2. 考察

結論から以下のように考察した。

高さは視点移動とその時間に影響されると考えられる。パース写真では、視点が水平方向に固定されていて、高さに関する情報は常に一定である。そのため高さの認知がしやすいのだと推測する。しかし、モニターでは自分の場所を確認するためにほとんどの被験者が視点を地面に向けていた。その後、各視点に切り替えるが、その時の視点移動は水平ではなく多少目線が上であったり下であったりとずれがあった。そのため、高さの情報に多少のゆがみが生じ、高さを認識することが難しかったであろう。VRではもちろん自分のいる地点を見るために視点を下に向けてはいたが、その後上下に動くことはもちろんあったが、視点のホームポジションは水平方向にあった。これはいままで生活していて無意識的にそのようになっていると考えられる。そのため、モニターより認知がしやすかったと考えられる。

4.3. 今後の展開

結論ではモニター、VR、パース写真の順に空間認知がしやすいものだと分かった。しかしこれは実験での設定の仕方やこの状況下であったからであり、どのような状況であっても同様の結果が得られるかと言われればそうではない。まずパース写真では枚数であったり視野角の設定により認知度は変わってしまう。モニターも同様であるが、モニター、VRではもともと移動が可能であるが今回はそれを不可とした。そのため、各媒体の差を本当に導くためには各媒体の利点をすべて利用した場合での実験をして明らかにする必要がある。

本研究では多くのことを解明できたとは言えないが、これからの媒体による空間認知を考える上で、微力ながら尽力できれば幸いである。

参考文献

[参考文献]

- 1) 福田知弘 他「模型と VR を通じた寸法把握特性に関する基礎的研究」『日本建築学会・情報システム技術委員会 第 35 会情報・システム・利用・技術シンポジウム 2012』2012 年 12 月 p.183 ~ 186

[お借りした室をレンタルスペースとしてお貸ししている方] (敬称略)

ワンルームのお部屋ー合同会社 Seedlingplus

「instabase」掲載

住所：東京都葛飾区東小町 2-7-8

謝辭

本研究を卒業論文として形にすることができたのは、ご指導をくださいました指導教官である坂牛卓教授やお忙しい中、ご指摘をくださいました博士課程の堀江さんのおかげです。心から感謝申し上げます。また、坂牛研究室の先輩方や同期の4年生の存在は大きく、切磋琢磨して取り組むことができたのもみなさまのおかげです。

また今回お部屋をお貸ししていただいたワンルームのお部屋ー合同会社 Seedlingplus 様には感謝してもしきれません。実際の図面をご用意していただいたり、椅子なども片づけていただいたりと本当にお世話になりました。

また実験に参加していただいた先輩方、後輩方、そして友達にはとても助けられました。深くお礼申し上げます。

本当にありがとうございました。

2021年11月16日 曾根 大滉

資料（図面結果）

書いてもらった図面を載せる。その後の計算のためにメモが書かれており、手書き図面が見にくくなってしまっていることを先に謝罪する。すみませんでした。

実験用紙

実験方法： _____ 氏名： 正解用

部屋のおおよその形は左のものとなる。
 実際の1つめのスタート場所は黒印の位置となる。
 また白丸部の立面図も右に書いてください。

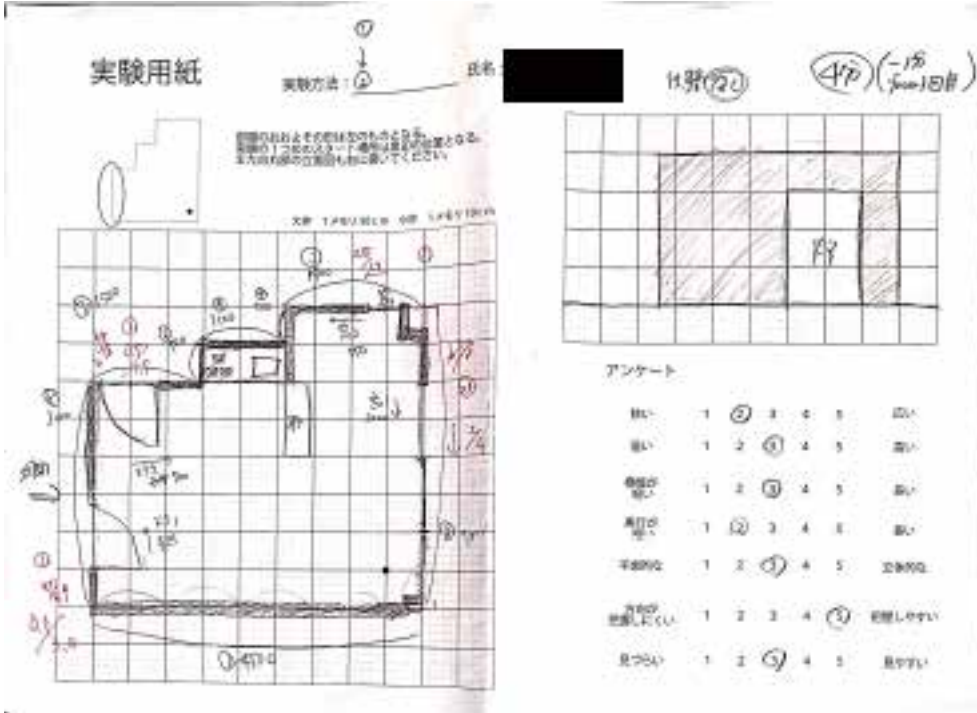
大枠 1メモリ50cm 小枠 1メモリ10cm

アンケート

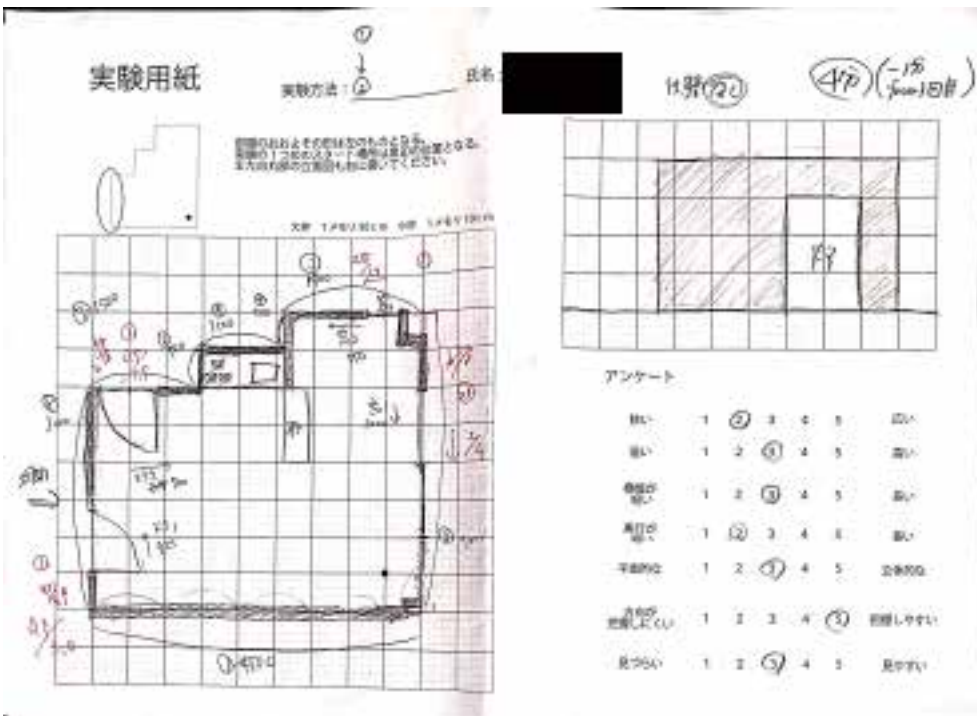
狭い	1	2	3	4	5	広い
低い	1	2	3	4	5	高い
幅幅が短い	1	2	3	4	5	長い
奥行きが短い	1	2	3	4	5	長い
平面的な	1	2	3	4	5	立体的な
方向が把握しにくい	1	2	3	4	5	把握しやすい
見づらい	1	2	3	4	5	見やすい

室の図面（正解）

順番 ①②③



①パース写真



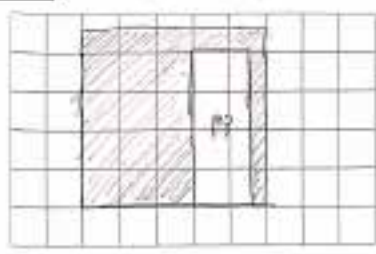
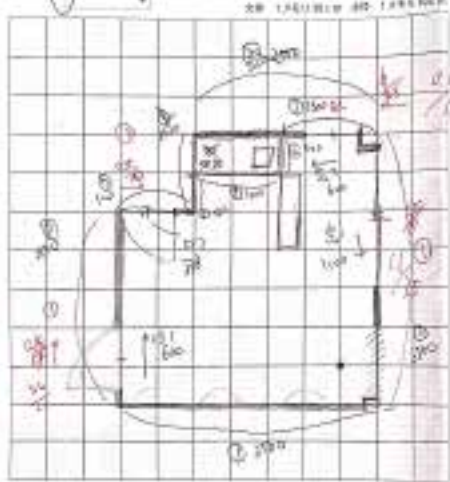
②セニター

実験用紙

実験方法: _____ 氏名: _____

4/6/20

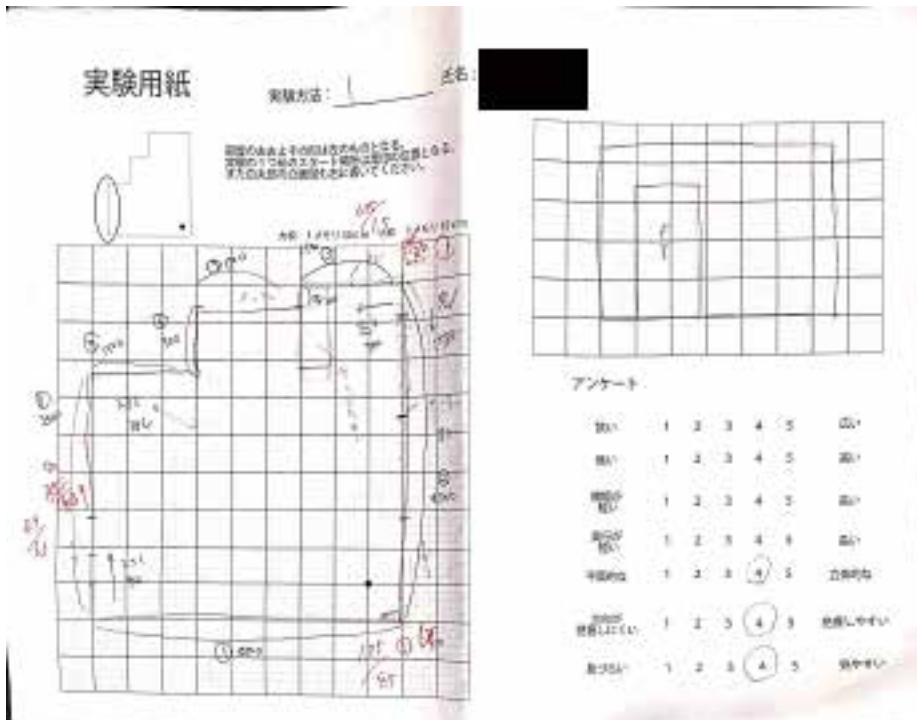
図中の丸印は各々の測定点となる。
各測定点の測定値を記入し、その平均値を算出せよ。



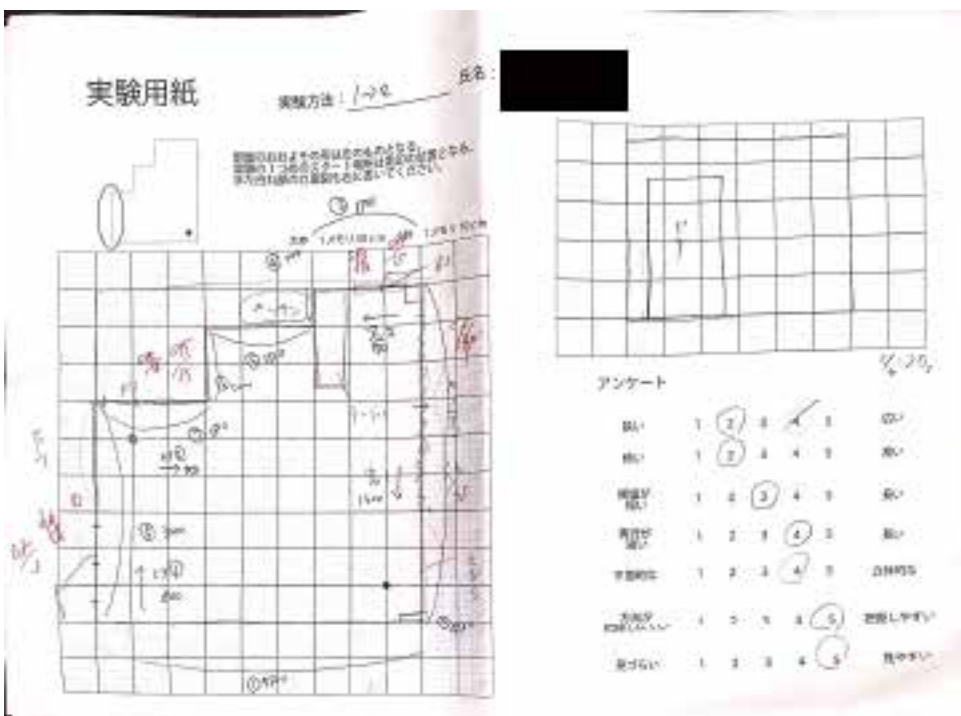
アンケート

- Q1: 1 ② 3 4 5 Q1
- Q2: 1 2 ③ 4 5 Q2
- Q3: 1 2 ④ 4 5 Q3
- Q4: 1 2 3 ⑤ 5 Q4
- Q5: 1 ⑥ 3 4 5 Q5
- Q6: 1 2 3 4 ⑦ Q6
- Q7: 1 2 3 4 ⑧ Q7

③ VR



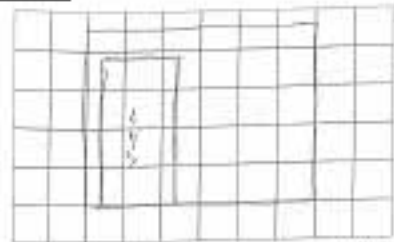
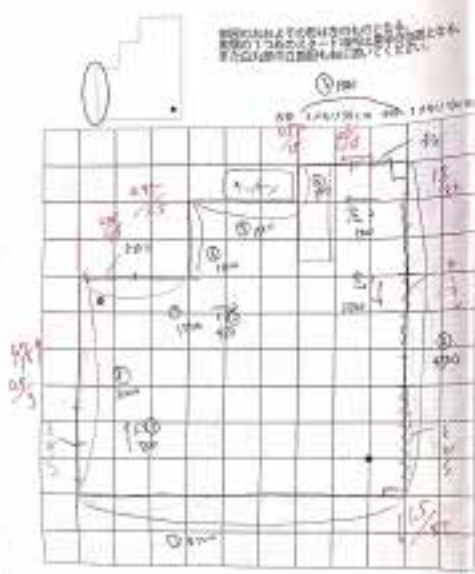
①パース写真



②モニター

実験用紙

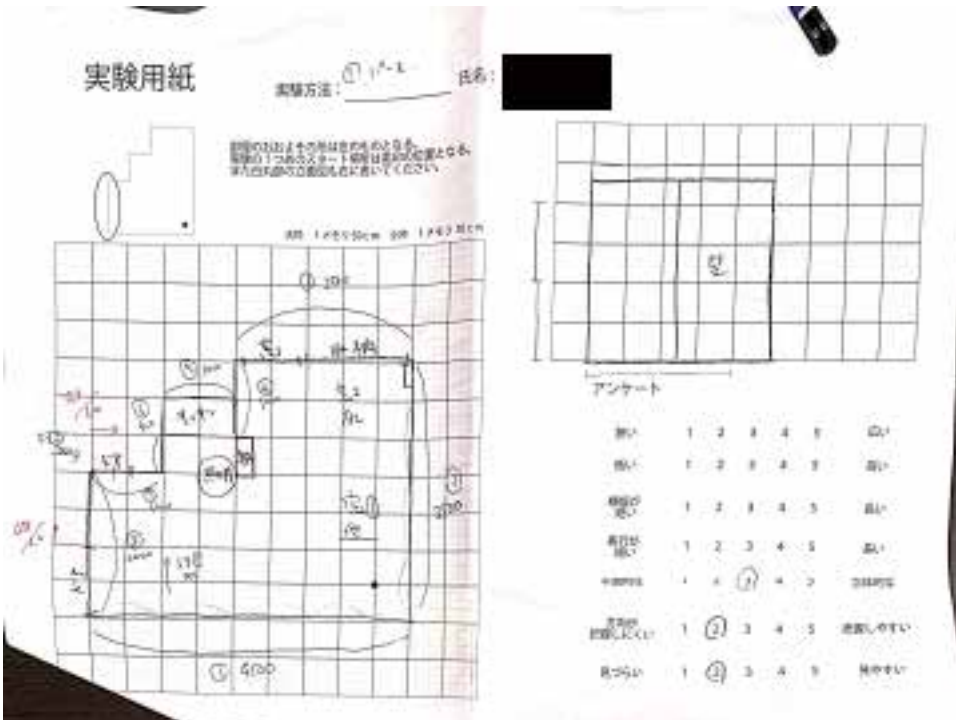
実験方法: [不明] 氏名: [不明]



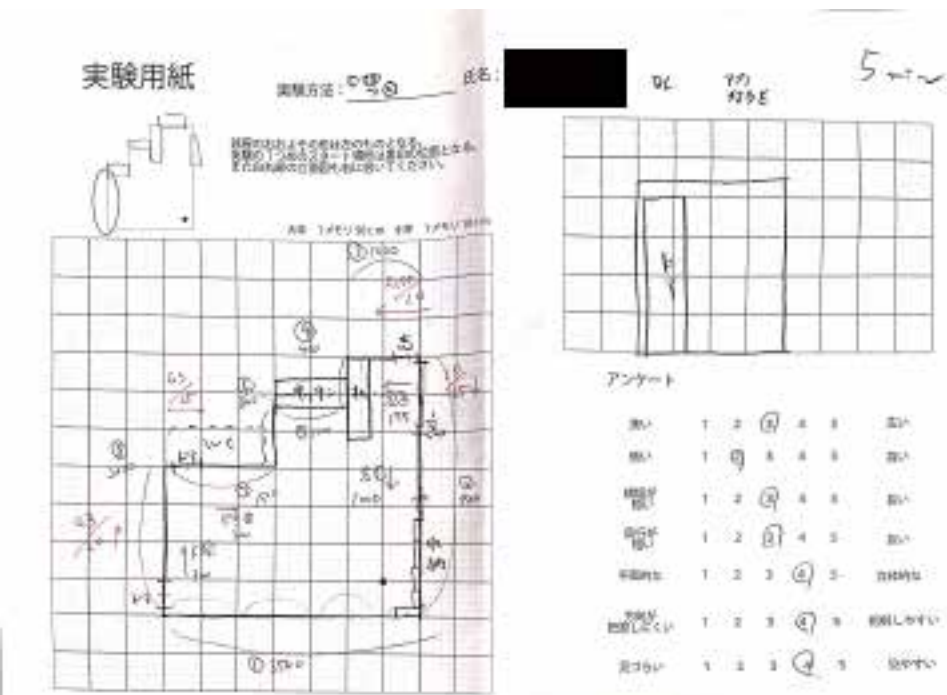
アンケート 4-00

Q1	1	2	3	4	5	悪い
Q2	1	2	3	4	5	悪い
Q3	1	2	3	4	5	悪い
Q4	1	2	3	4	5	悪い
Q5	1	2	3	4	5	立派な
Q6	1	2	3	4	5	悪くない
Q7	1	2	3	4	5	悪くない

③ VR



①パース写真

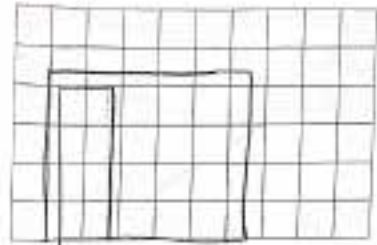
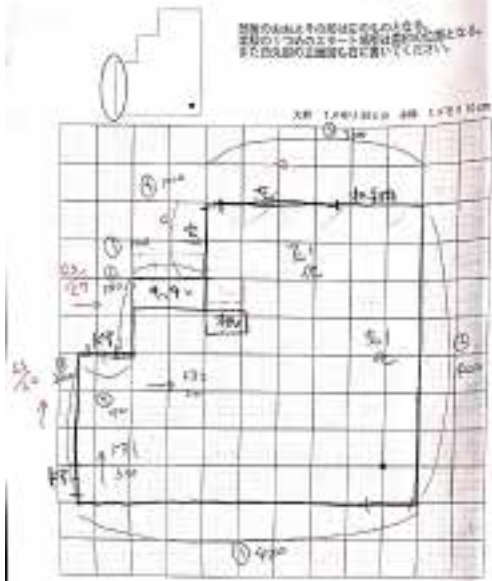


②モニター

実験用紙

実験方法: ① → ③

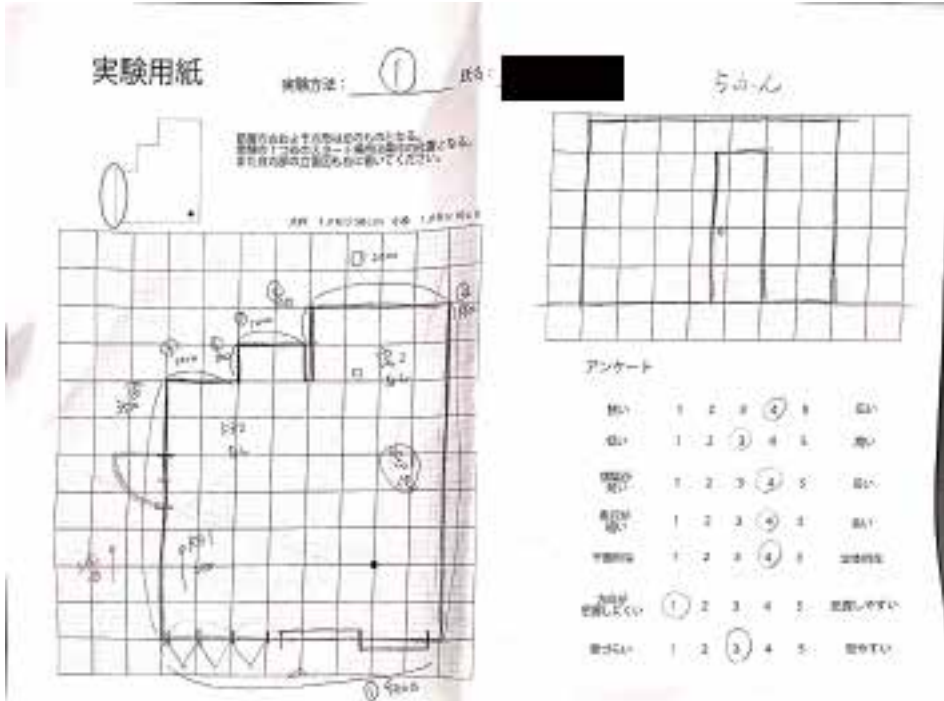
図解の各部分の名称は次のとおりである。
 実験を行う際のノートには各部分の名称と各部分の位置関係の図を記入してください。



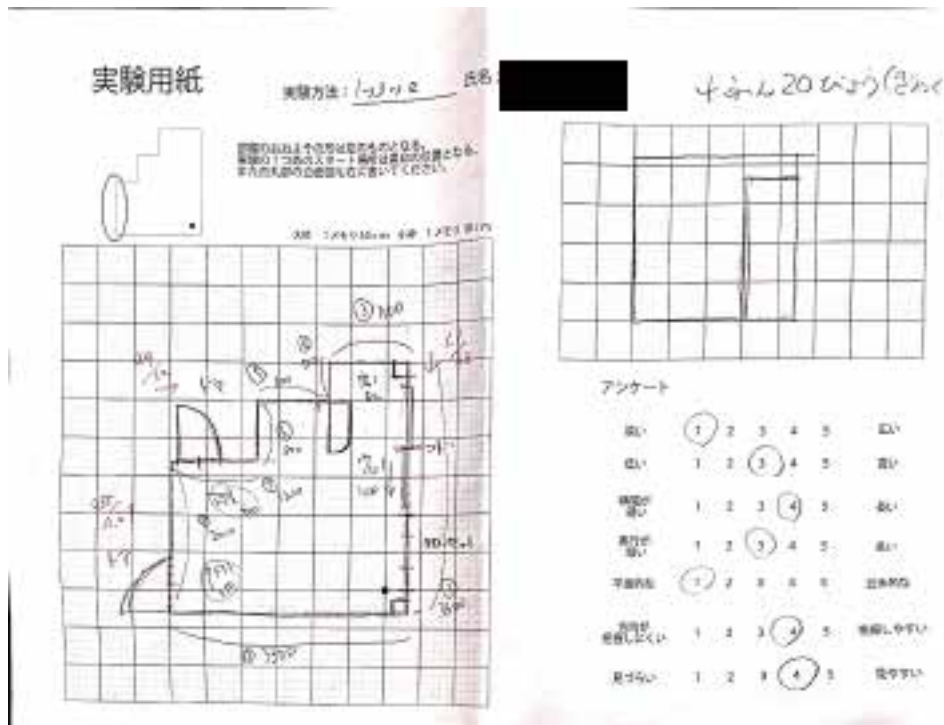
アンケート

- 図① 1 ② 3 4 5 ⑥
- 図② ④ 2 3 4 5 ⑥
- 図③ 1 ③ 2 4 5 ⑥
- 図④ 1 ② 3 4 5 ⑥
- 図⑤ 1 2 3 4 ⑤ ⑥
- 図⑥ 1 2 3 ④ 5 ⑥
- 図⑦ 1 2 3 ④ 5 ⑥

③ VR



①パース写真

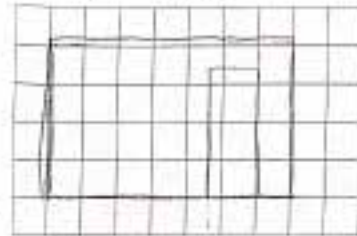
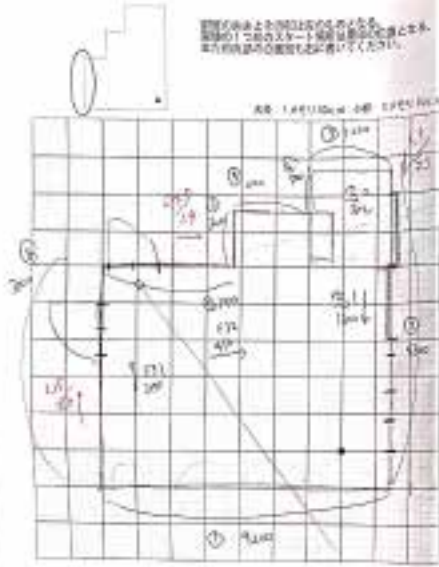


②モニター

実験用紙

実験方法: ① → ③ 氏名: [REDACTED]

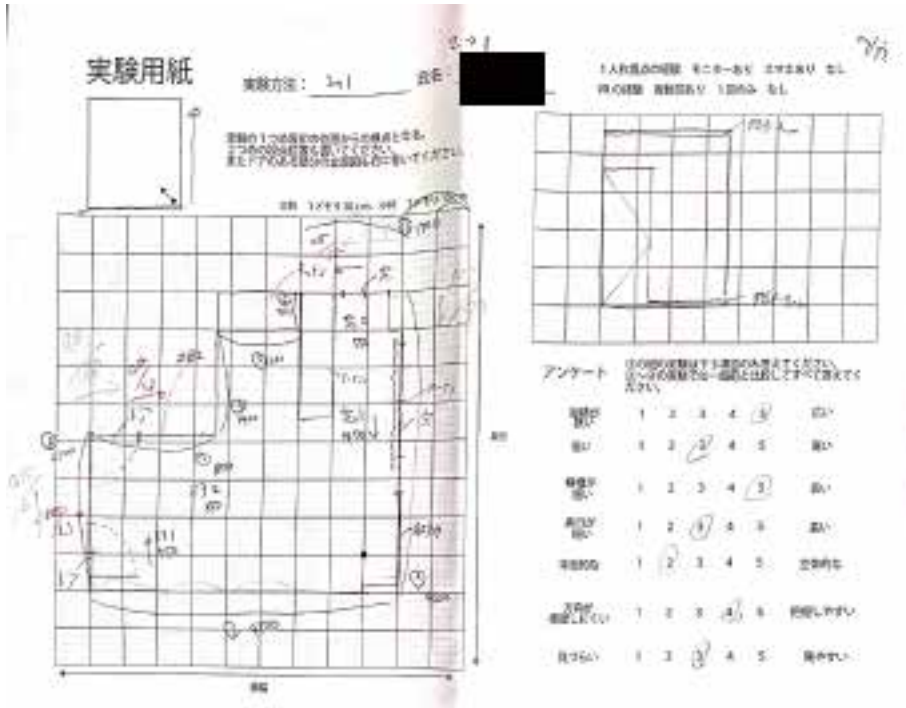
926



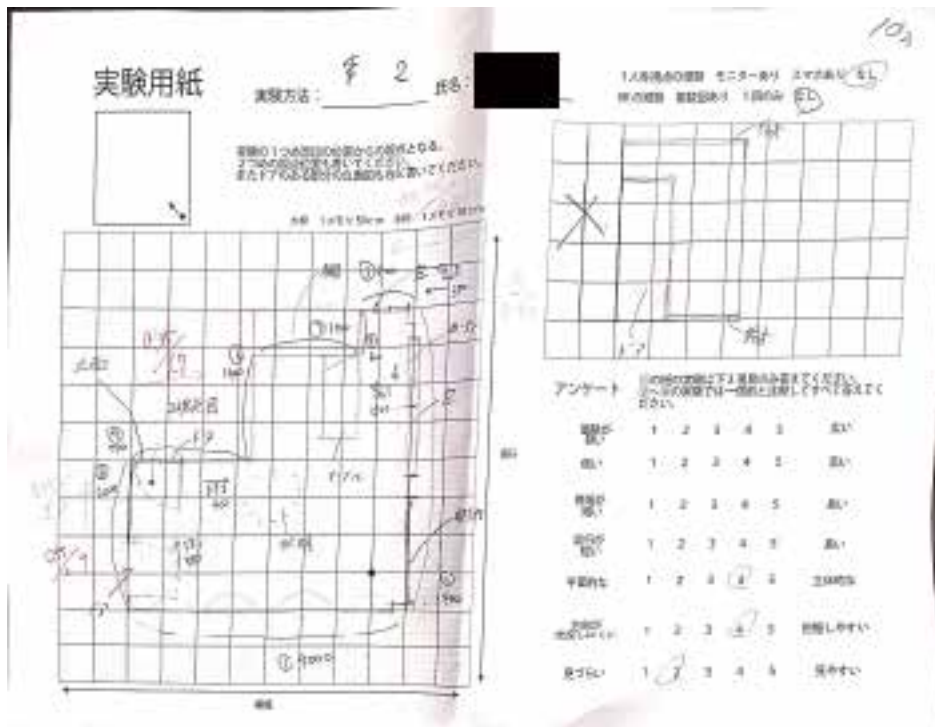
アンケート

質問 1	①	1	5	4	1	回答
質問 2	①	2	2	4	1	回答
質問 3	1	②	3	4	5	回答
質問 4	1	3	3	④	1	回答
質問 5	1	2	3	⑤	1	回答
質問 6	1	2	3	②	5	回答
質問 7	1	2	2	④	5	回答

③ VR



①パース写真



②モニター

実験用紙

4/25

実験方法: 氏名: [REDACTED]

1人1組での実験 モニターあり/モニターなし
 開始時刻 終了時刻 (開始 終了)

実験台1つが実験の位置から決まることになる。
 2つある場合は任意に選ぶ(必ずしも)。
 また2つの実験台は中央の位置に置いてください。

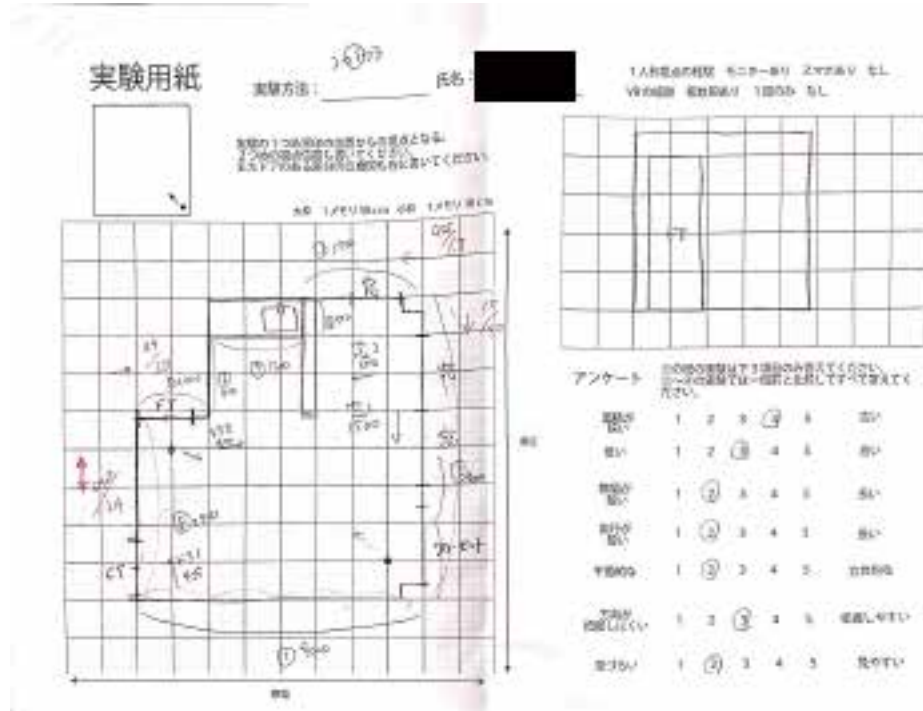
実験台の位置を決定する際の注意

アンケート

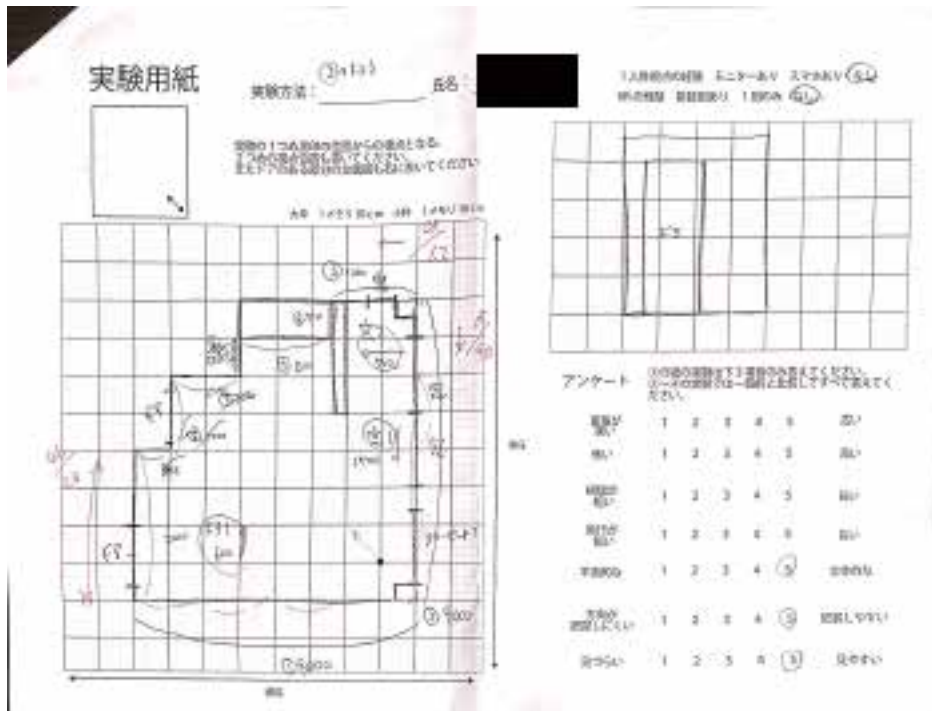
(このアンケートは実験終了後のみ記入してください)
 (アンケートは実験終了後1週間以内にお返事ください)

実験台	1	2	3	4	5	6
モニター	1	2	3	4	5	6
実験台	1	2	3	4	5	6
モニター	1	2	3	4	5	6
実験台	1	2	3	4	5	6
モニター	1	2	3	4	5	6
実験台	1	2	3	4	5	6
モニター	1	2	3	4	5	6

③ VR



①パース写真



②モニター

2-1-5

実験用紙 実験方法: _____ 氏名: _____

実験の1つは、電圧の測定から始め、その結果をグラフに描き、そのグラフから電圧の値を読み取る。

AD TABLE OF CONTENTS

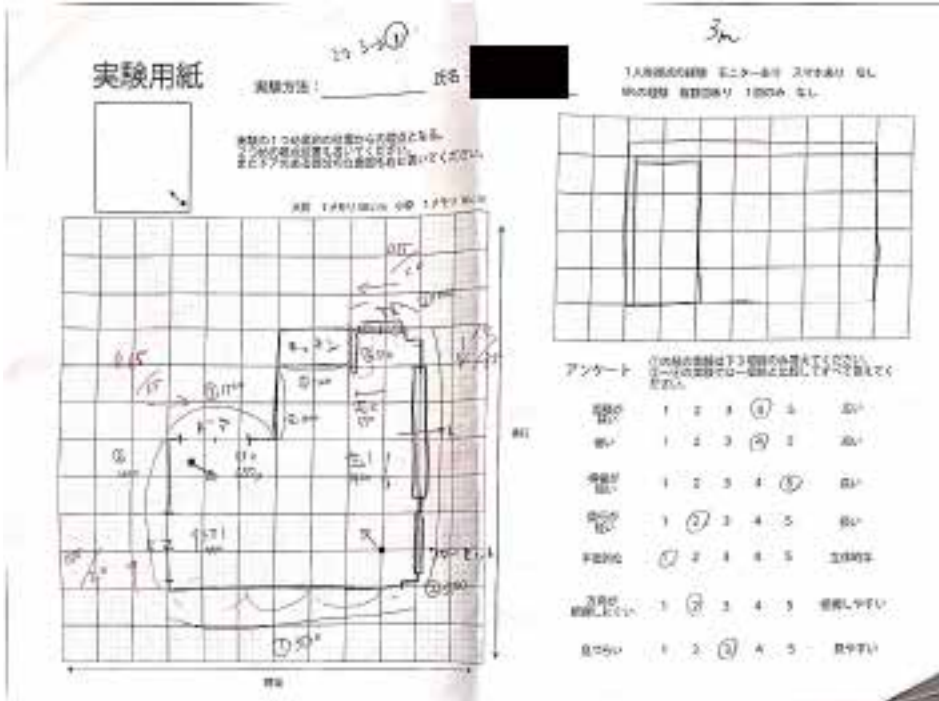
7.5

1. 電圧の測定 E-V-A-V S-V-A-V EL
V-0.00 0.00 0.00 EL

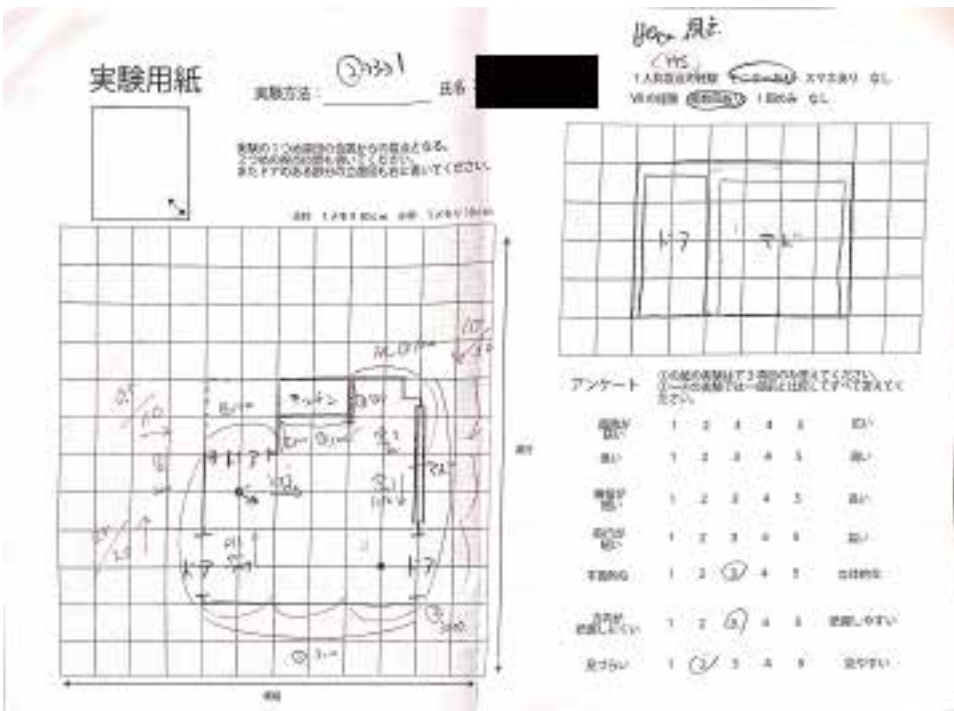
アンケート (このアンケートは、実験の結果を調べるために使われます。)

電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL
電圧	1	2	3	4	5	EL

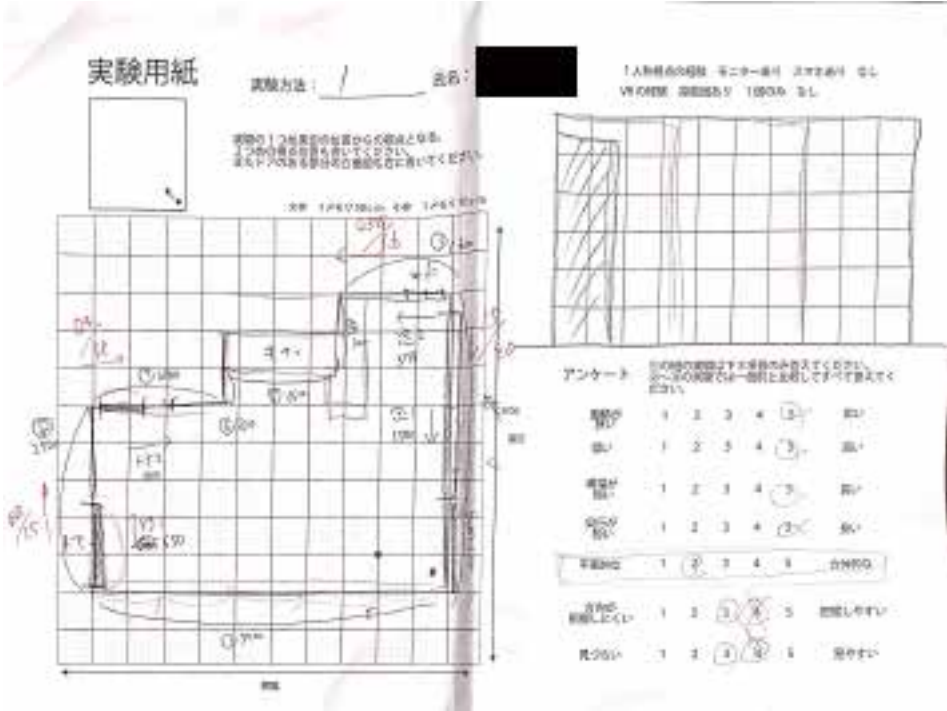
③ VR



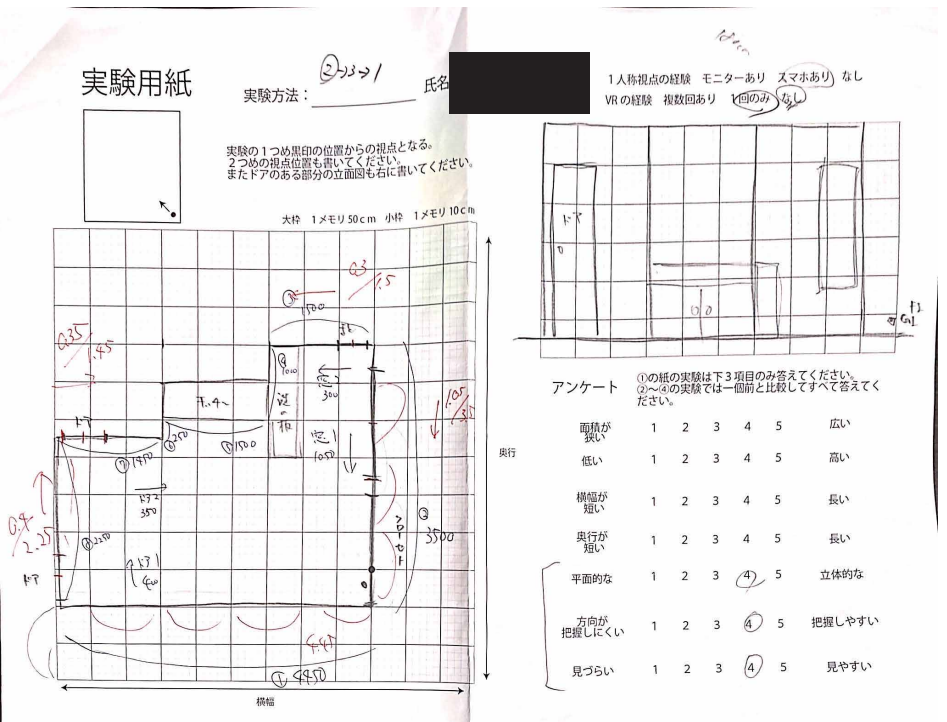
①パース写真



②モニター



① パース写真



② モニター

実験用紙

実験方法: ②④① 氏名: XXXXXXXXXX

1. 人間の視覚特性 モニターあり 文字あり 9.5
 視の中心 視野幅あり ②④①②

実験目的: 1つは視覚の中心から視覚点となる
 2つは視野幅を測る。②④①②
 または2つは視野幅の中心から測る。②④①②

4.0 1.0 0.5 0.2 0.1 0.05 0.02 0.01

アンケート

この視覚特性は、その中心から測るべきか? (1: 中心から測るべき、2: 中心から測るべきではない、3: 中心から測るべきではない、4: 中心から測るべきではない、5: 中心から測るべきではない)

視野幅	1	2	3	4	5	②④①
視野幅	1	2	3	4	5	②④①
視野幅	1	2	3	4	5	②④①
視野幅	1	2	3	4	5	②④①
視野幅	1	2	3	④	5	②④①
視野幅	1	2	3	④	5	②④①
視野幅	1	2	3	④	5	②④①

③ VR

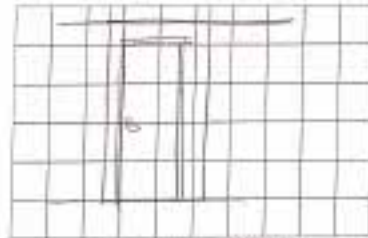
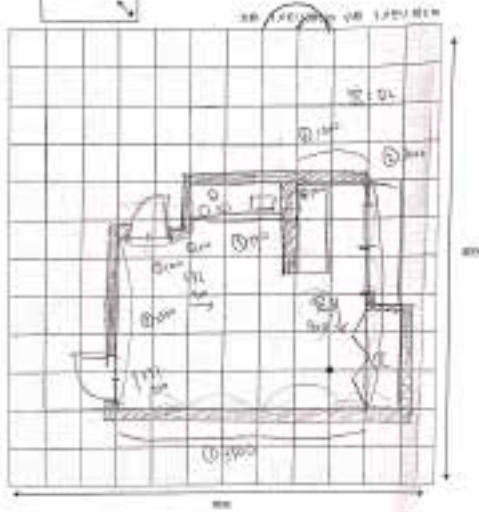
実験用紙

測量方法 3Dメ 氏名: XXXXXXXXXX

1人1組の図面 電子データ スケール 1/50
 VRの図面 測量時間 1時間



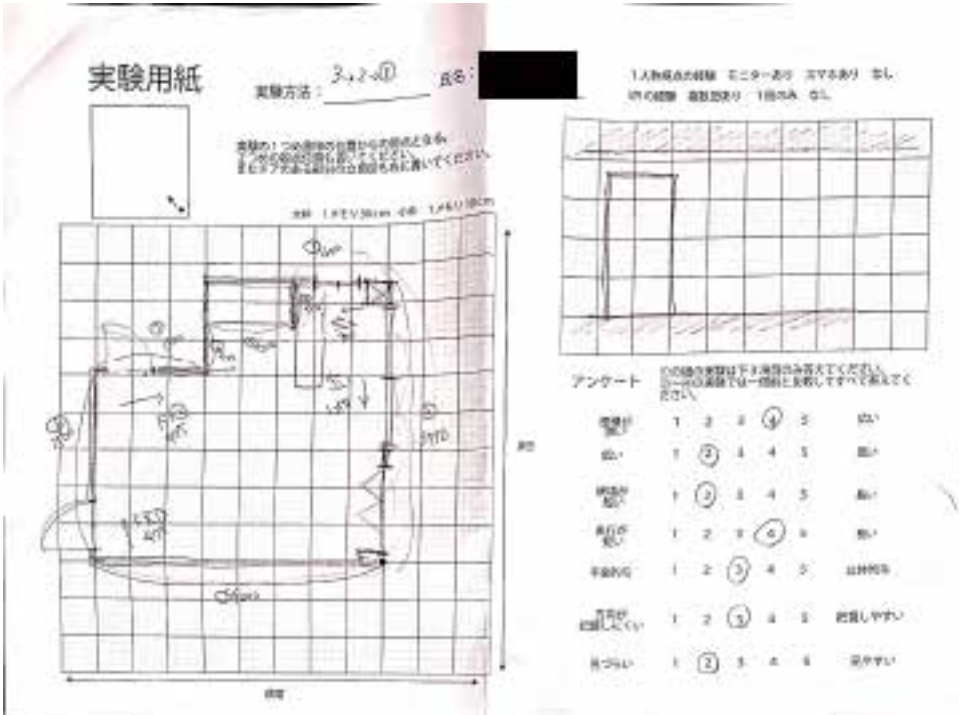
本図面は、この測量の目的のために作成したもので、
 測量の精度を高めるために、
 測量の目的に合った図面を作成してください。



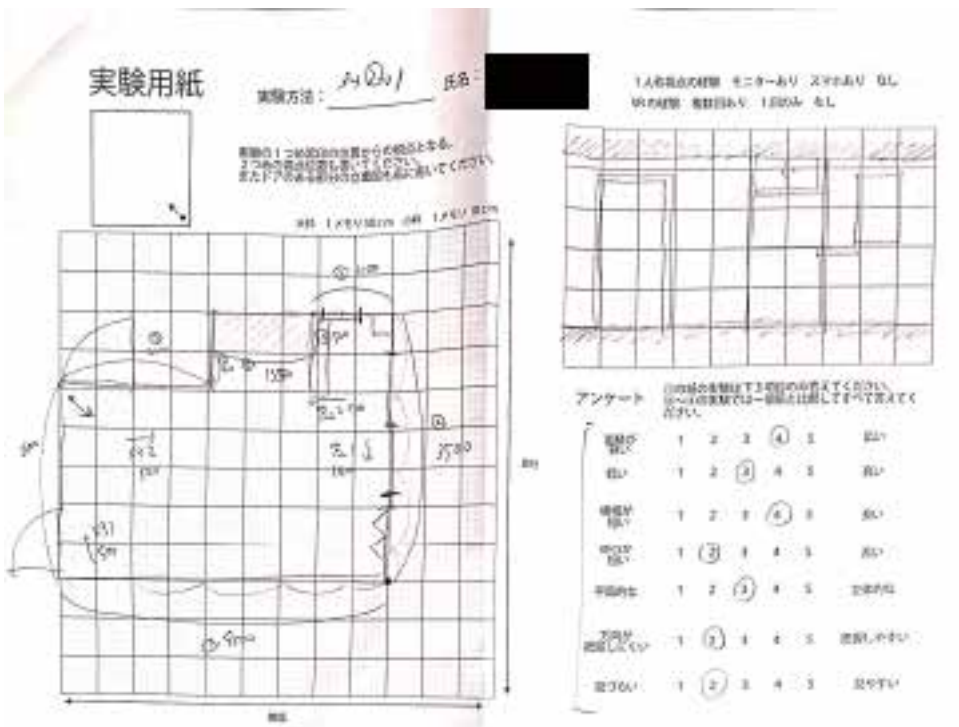
アンケート ①の図の図面は、下の図面に合わせてください。
 ②の図の図面は、下の図面に合わせてください。

図面①	1	2	3	4	5	6
図面②	1	2	3	4	5	6
図面③	1	2	3	4	5	6
図面④	1	2	3	4	5	6
写真①	1	2	3	④	4	5
写真②	1	2	3	4	⑤	6
写真③	1	2	3	4	⑥	5

③ VR

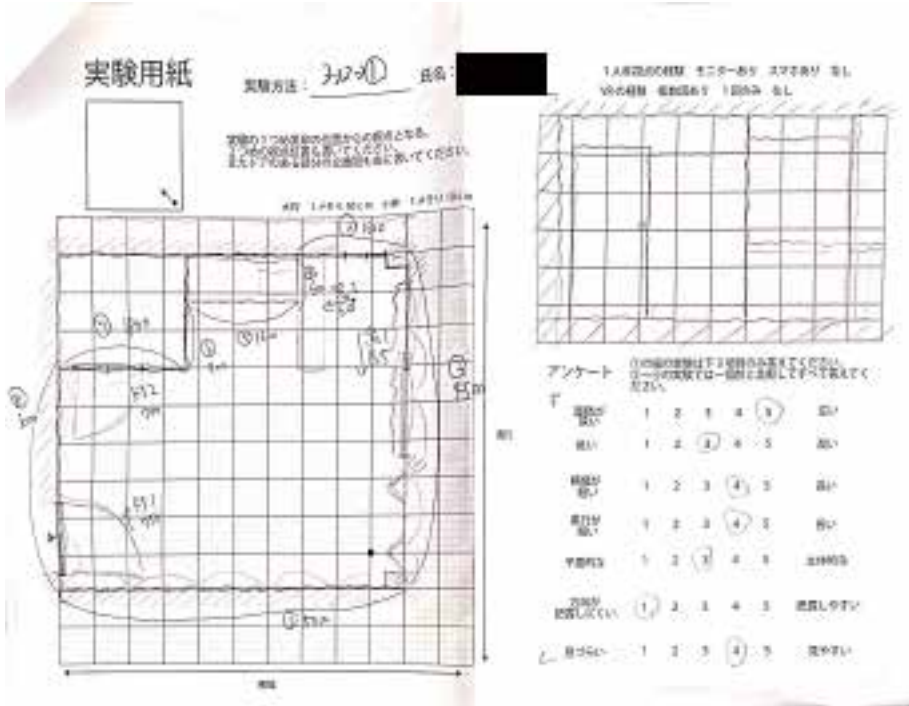


①パース写真

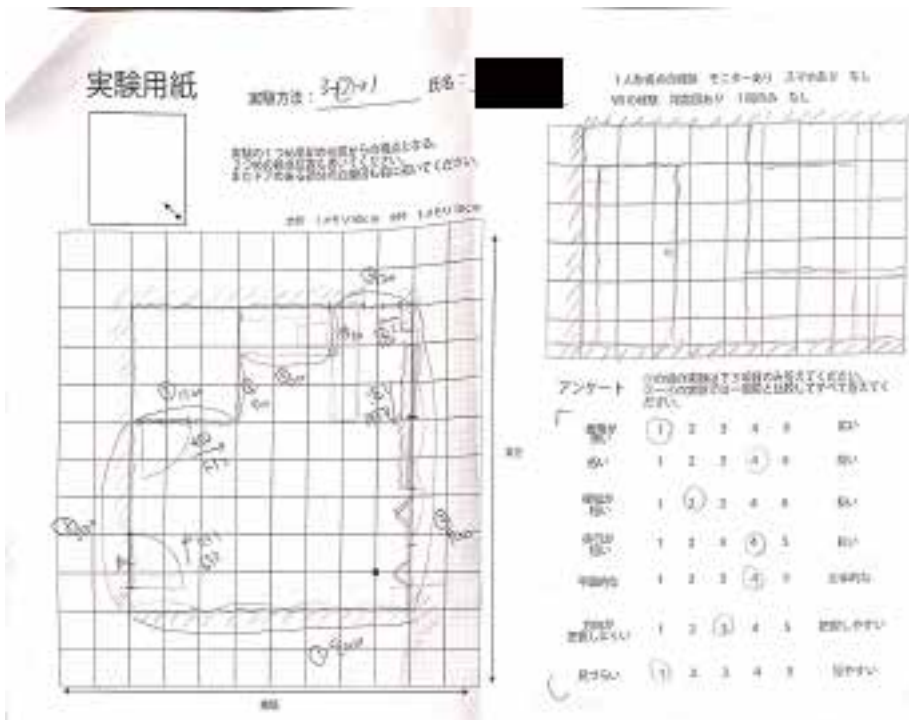


②モニター

建築学生 L
 順番 ③②①



①パース写真



②モニター

実験用紙

実験方法: ①②③④ 氏名: [REDACTED]

LABOROME 200-RV 37000 GL
HONEY BEEHIVE 1000 GL

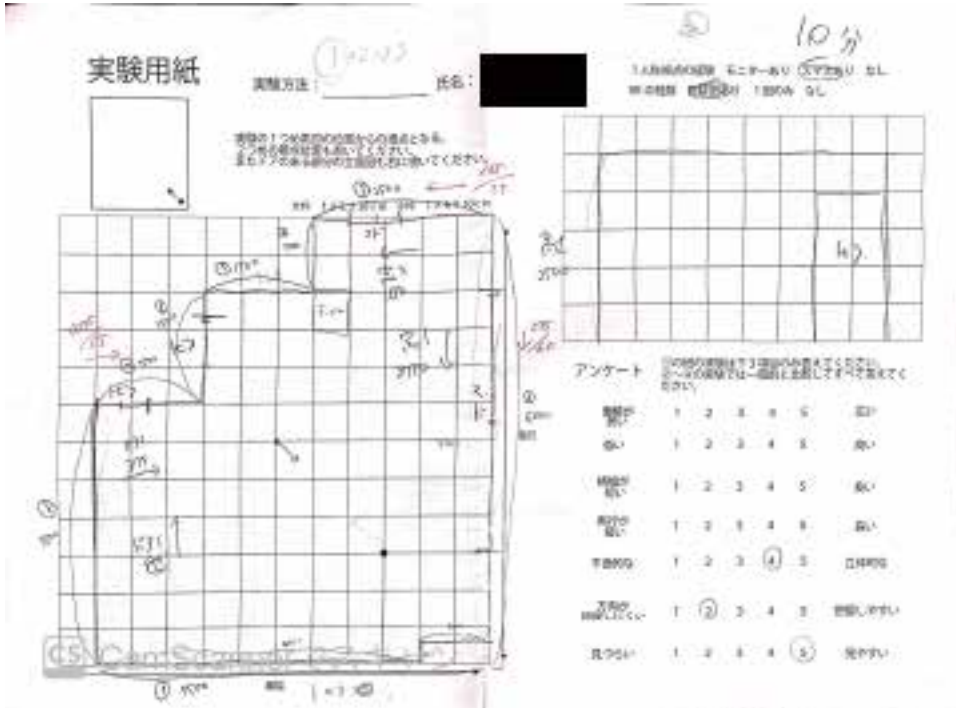
実験目的: ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿

アンケート

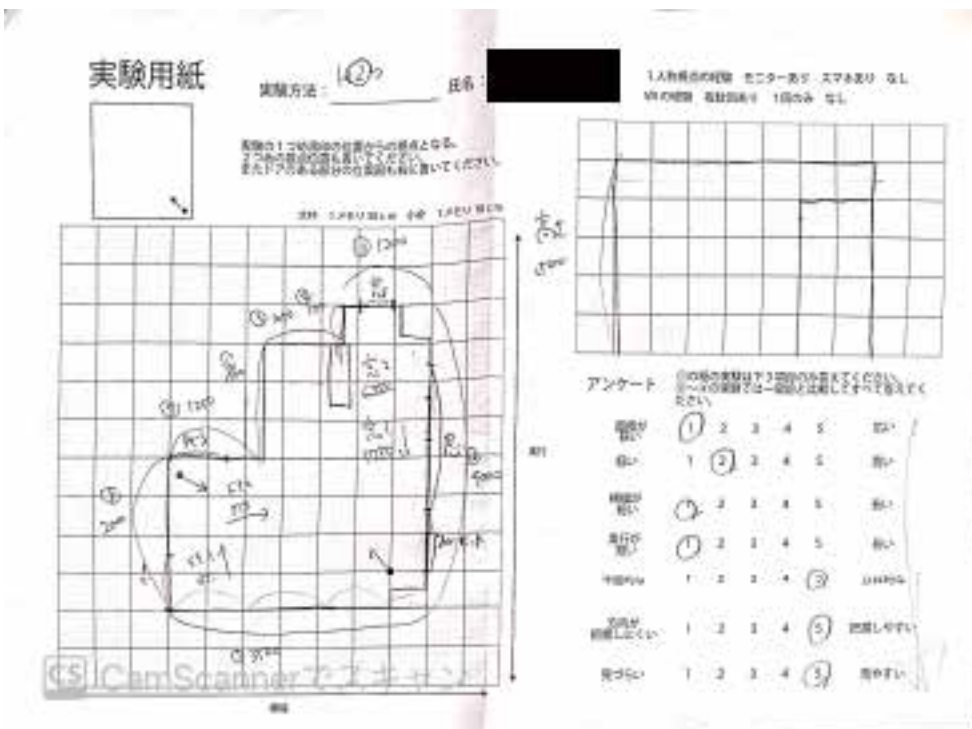
①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿

実験目的	1	2	3	4	5	6
①	1	2	3	4	5	6
②	1	2	3	4	5	6
③	1	2	4	4	5	6
④	1	2	3	4	5	6
⑤	1	2	3	4	5	6
⑥	1	2	3	4	5	6
⑦	1	2	3	4	5	6
⑧	1	2	3	4	5	6
⑨	1	2	3	4	5	6
⑩	1	2	3	4	5	6
⑪	1	2	3	4	5	6
⑫	1	2	3	4	5	6
⑬	1	2	3	4	5	6
⑭	1	2	3	4	5	6
⑮	1	2	3	4	5	6
⑯	1	2	3	4	5	6
⑰	1	2	3	4	5	6
⑱	1	2	3	4	5	6
⑲	1	2	3	4	5	6
⑳	1	2	3	4	5	6
㉑	1	2	3	4	5	6
㉒	1	2	3	4	5	6
㉓	1	2	3	4	5	6
㉔	1	2	3	4	5	6
㉕	1	2	3	4	5	6
㉖	1	2	3	4	5	6
㉗	1	2	3	4	5	6
㉘	1	2	3	4	5	6
㉙	1	2	3	4	5	6
㉚	1	2	3	4	5	6
㉛	1	2	3	4	5	6
㉜	1	2	3	4	5	6
㉝	1	2	3	4	5	6
㉞	1	2	3	4	5	6
㉟	1	2	3	4	5	6
㊱	1	2	3	4	5	6
㊲	1	2	3	4	5	6
㊳	1	2	3	4	5	6
㊴	1	2	3	4	5	6
㊵	1	2	3	4	5	6
㊶	1	2	3	4	5	6
㊷	1	2	3	4	5	6
㊸	1	2	3	4	5	6
㊹	1	2	3	4	5	6
㊺	1	2	3	4	5	6
㊻	1	2	3	4	5	6
㊼	1	2	3	4	5	6
㊽	1	2	3	4	5	6
㊾	1	2	3	4	5	6
㊿	1	2	3	4	5	6

③ VR



①パース写真



②モニター

実験用紙

実験方法: 1-2 氏名: [REDACTED]

1人専任の物理 工二科一組 大塚あり 倉川
W1028 2020年11月25日 倉川

実験の1つは定量的な値の求めと定量的な値の求めも行うことである。また、その結果をグラフに描き、その結果をグラフから読み取ることも行うことである。

AB 1000mm 幅 1000mm 高さ

アンケート

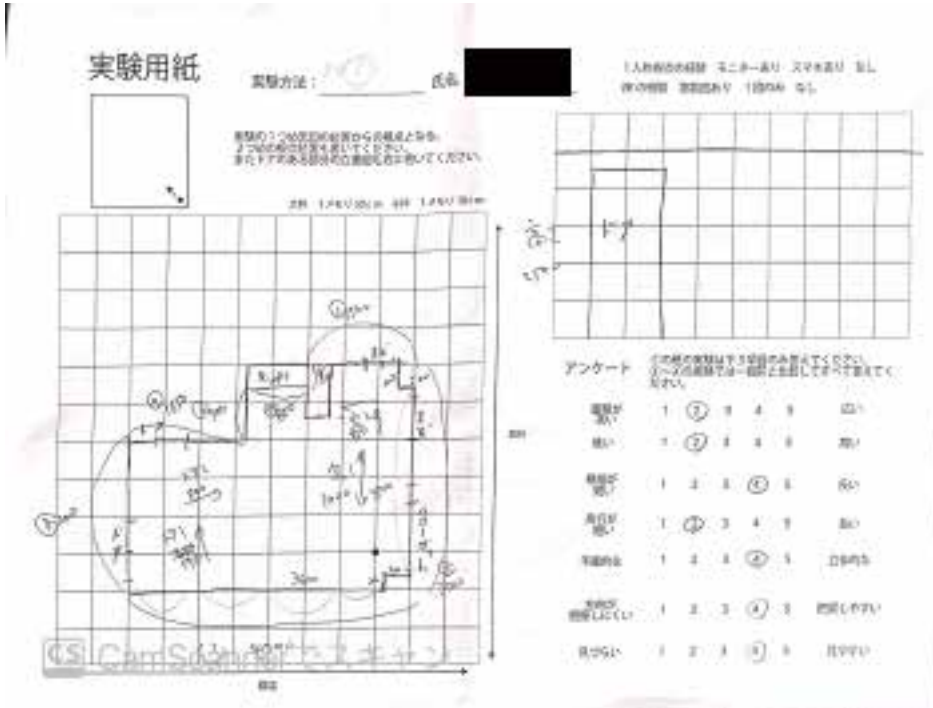
この実験(1)の目的は達成できたか? (2) この実験(1)の結果は正確に求められたか?

目的が達成できた	1	2	3	4	5	はい
達成できなかった	1	2	3	4	5	いいえ
結果が正確に求められた	1	2	3	4	5	はい
結果が正確に求められなかった	1	2	3	4	5	いいえ
実験が面白かった	1	2	3	4	5	はい
実験が面白くない	1	2	3	4	5	いいえ
理解できた	1	2	3	4	5	はい
理解できなかった	1	2	3	4	5	いいえ

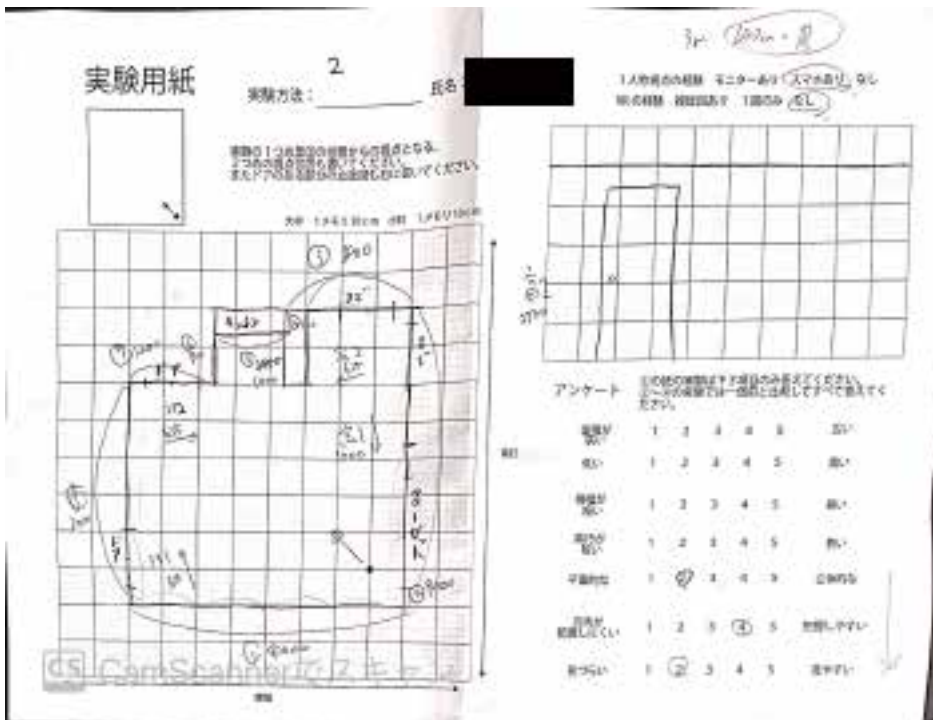
③ VR

非建築学生 0

順番 ②①③



①パース写真



②モニター

実験用紙

実験方法: 3010 氏名: [REDACTED]

1人1組の式組図、モニターあり、スマホあり、なし、PCの組図、有線LANあり、無線LAN、なし

図解の1つは図解の位置から作成点となる。この図解も書き添えてください。また、1つは図解の位置から作成点となる。

3010 1/2010 3010 010 1/2010 3010

縦長

横長

縦長

横長

アンケート

（このアンケートは下の図解に合わせてください。アンケートの実験では一時的に見直しすべて書き添えてください。）

図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い
図解が正しい	1	2	3	4	5	悪い

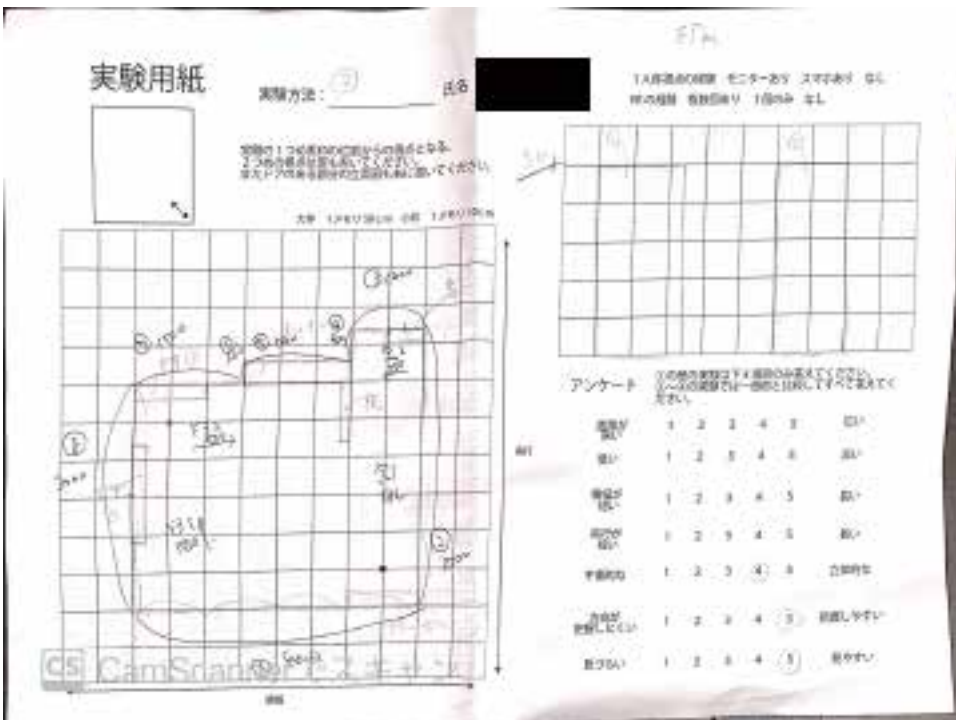
③ VR

非建築学生 P

順番 ②③①



①パース写真



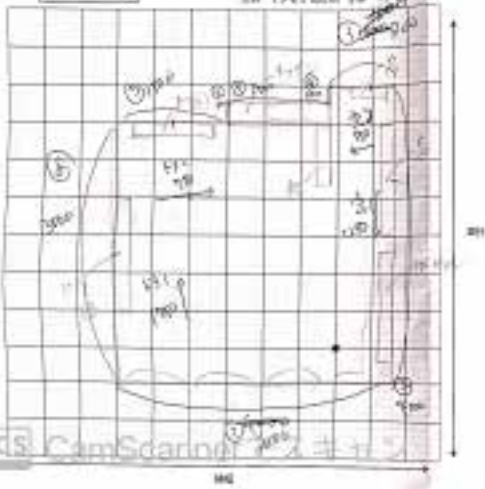
②モニター

実験用紙

実験方法: ③ 直交

1人用紙の面積: 縦20cm×横25cmありなし
 60cm×80cm 自由あり 1枚のみ ありなし

実験の1つは結果の比較からのものである。
 2つの結果の比較も試してみよう。
 またグラフの書き方の注意も読んでください。



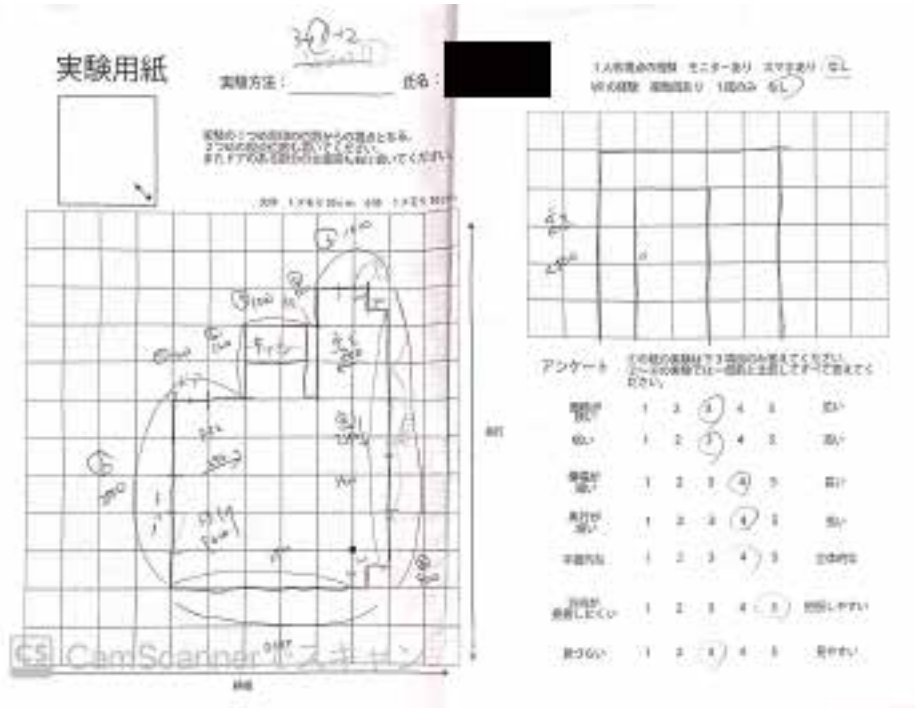
アンケート (実験の結果は下の質問の順番で記入してください。1-5の順番で1-5の順位を記入してください)

実験の 目的	1	2	3	4	5	悪い
使い 易い	③	2	3	4	5	悪い
実験の 結果	1	2	3	4	5	悪い
実行の 速い	1	2	3	4	5	悪い
実験の 結果	1	2	3	4	⑤	良い
実験の 結果	1	2	3	4	⑤	良い
実験の 結果	1	2	3	4	5	良い

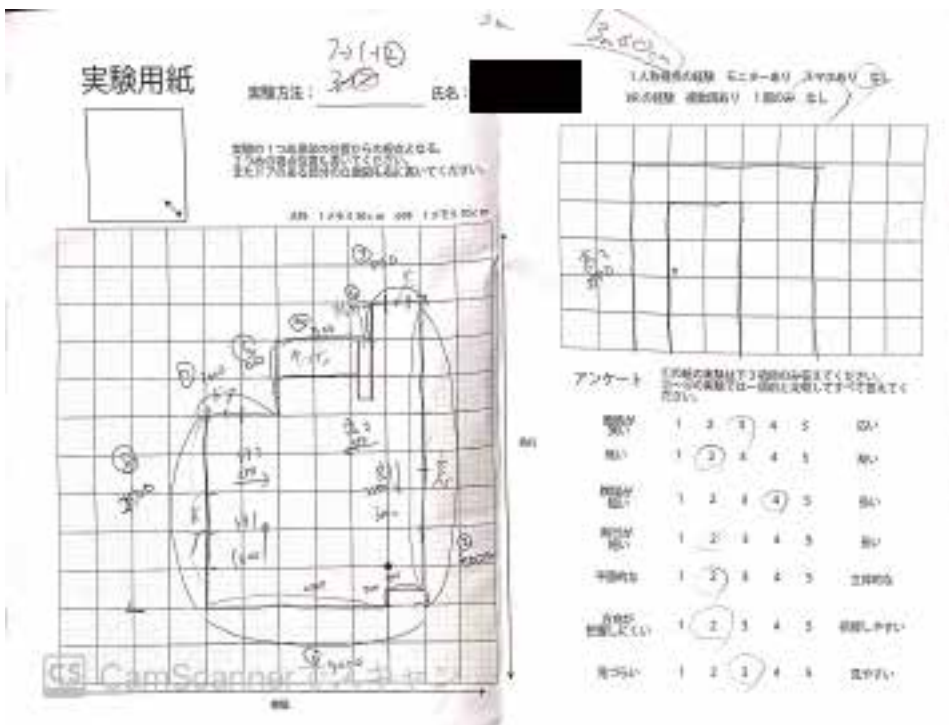
③ VR

非建築学生 Q

順番 ③①②



①パース写真



②モニター

実験用紙 実験方法 ③ 氏名 [REDACTED]

1. 人物画像の取得 モニターあり、入出力あり、EL、VRの取得 取得日時 1806/04

実験の1つの実施の仕方を示す図を記入する。
 2. 実験の結果を記入する。
 また、その結果を自分の言葉で説明してください。

2018年10月10日 10時 10分

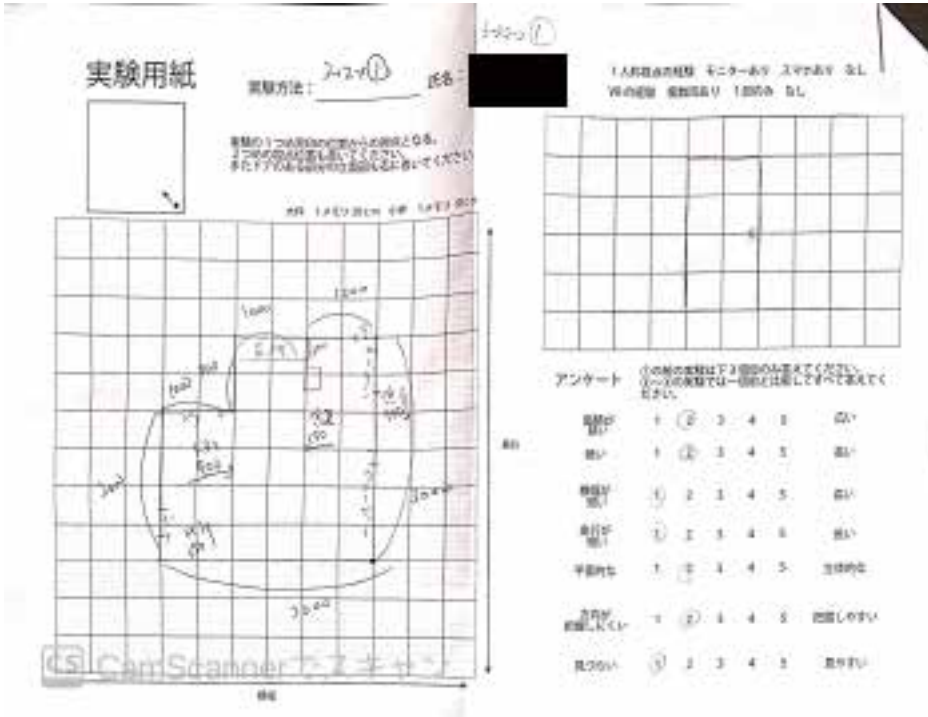
アンケート (この日の実験でどのような結果が得られたか) (この実験でどのような結果が得られたか) (この実験でどのような結果が得られたか)

実験が 楽か	1	2	3	4	5	楽い
難か	1	2	3	4	5	難い
実験が 短い	1	2	3	4	5	短い
長い	1	2	3	4	5	長い
実験が 面白い	1	2	3	4	5	面白い
つまらない	1	2	3	4	5	つまらない
実験が 難しい	1	2	3	4	5	難しい
簡単か	1	2	3	4	5	簡単か

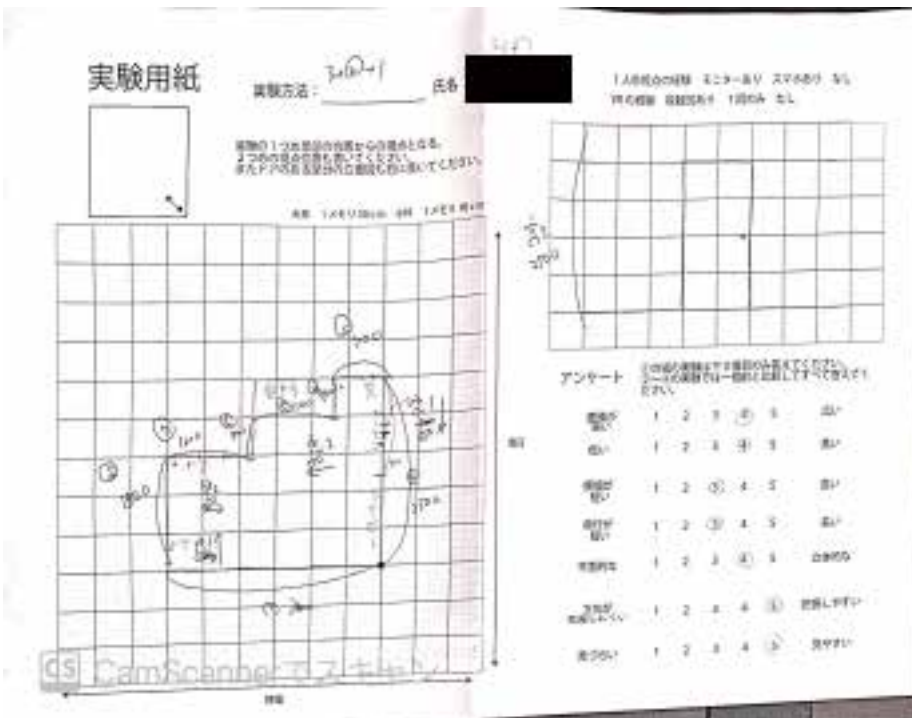
③ VR

非建築学生 R

順番 ③②①



①パース写真



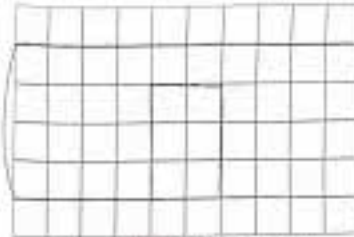
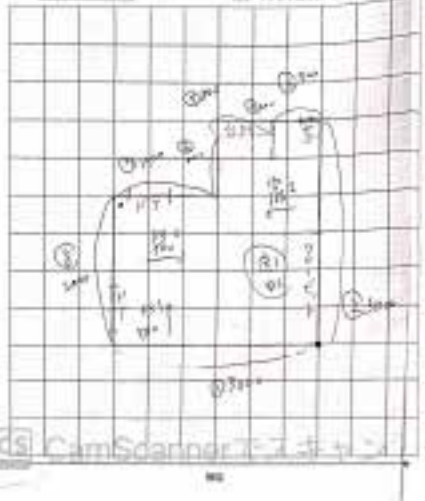
②モニター

実験用紙

実験方法: 3 氏名: [REDACTED]

LABORATORY WORK BY 3rd/4th GL
WITH GRAPHS 100% GL

重要! - 本図は計算の中心となる。
正確に描くこと。また、
各点の位置を正確に描くこと。



アンケート (このアンケートは、この実験の結果を評価するために作成されています。)

質問 1	1	2	3	4	5	6
質問 2	1	2	3	4	5	6
質問 3	1	2	3	4	5	6
質問 4	1	2	3	4	5	6
質問 5	1	2	3	4	5	6
質問 6	1	2	3	4	5	6
質問 7	1	2	3	4	5	6
質問 8	1	2	3	4	5	6

③ VR