

4. 実証講座

4.1. 実施概要

4.1.1. 講座趣旨

化学実験の遠隔教育モデルの有効性や妥当性の検証、および各種遠隔教育コンテンツ・環境等の運用検証を主な目的とする講座を企画・検討した。今年度は「定性分析実験」を題材に、実験経験のある専門学校生、実験経験のない高校生の協力を得て、今年度開発した教育コンテンツや教育環境を実際に運用して効果を検証する形で実施することとした。

4.1.2. 実施方法

本講座の実施にあたり、VR トレーニングや e ラーニング学習の教育効果を測定するため、日本分析化学専門学校の学生 12 名と大阪高等学校の高校生 12 名との計 24 名の受講者を、以下の 3 グループに分け、それぞれ学習方法を変更して講座を実施した。ただし実験実習終了後、すべての受講者が VR コンテンツを体験できる機会を設けた。

グループⅠ ①4 名、②4 名	e ラーニング、VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行う群
グループⅡ ①4 名、②4 名	e ラーニング、VR コンテンツ（PC 版）で事前学習を行う群
グループⅢ ①4 名、②4 名	定性分析実験の実験テキストなどを使って学習する群

4.1.3. 対象者属性

今回参加した日本分析化学専門学校と大阪高等学校の学生はそれぞれ以下の属性を有する。

【専門学校生（日本分析化学専門学校）】

- ・ 定性分析実験の学習経験あり（ただし、習熟度は低い）
- ・ 授業内で他の実験指導も受講している
- ・ 本講座は、定性分析実験の復習という位置づけ

【高校生（大阪高等学校）】

- ・ 定性分析実験の学習経験なし
- ・ 他の実験指導の学習経験も少ない
- ・ 本講座は、実験実習の体験という位置づけ

4.1.4. 実施内容・時期

各グループの講座の実施の流れを以下に記載する。

【グループⅠ 12/21~12/22】

日程	時間	項目	実施内容
12/19	10:00	目的説明	
	10:10	e ラーニング学習	講義映像を聴講
	10:40	評価試験の実施	各自のスマートフォン等で CBT を実施
	10:50	移動・休憩	
	11:00	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	11:10	VR 学習	VR コンテンツ（ゴーグル版）で学習
	12:00	アンケート記入	
12/20	10:00	点呼・実験室の説明	
	10:30	実験開始	定性分析実験（第 1 族の分離）を実施
	12:00	実験終了	
	12:10	移動・休憩	
	13:30	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	13:40	VR 学習	VR コンテンツ（PC 版）で学習
	14:30	アンケート記入	

【グループⅡ 12/21~12/22】

日程	時間	項目	実施内容
12/19	10:00	目的説明	
	10:10	e ラーニング学習	講義映像を聴講
	10:40	評価試験の実施	各自のスマートフォン等で CBT を実施
	10:50	移動・休憩	
	11:00	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	11:10	VR 学習	VR コンテンツ（PC 版）で学習
	12:00	アンケート記入	
12/20	10:00	点呼・実験室の説明	
	10:30	実験開始	定性分析実験（第 1 族の分離）を実施
	12:00	実験終了	
	12:10	移動・休憩	

	13:30	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	13:40	VR 学習	VR コンテンツ（ゴーグル版）で学習
	14:30	アンケート記入	

【グループⅢ 12/22】

日程	時間	項目	実施内容
12/20	10:00	点呼・実験室の説明	
	10:30	実験開始	定性分析実験（第1族の分離）を実施
	12:00	実験終了	
	12:10	移動・休憩	
	13:30	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	13:40	VR 学習	VR コンテンツ（ゴーグル版、PC 版）で学習
	14:30	アンケート記入	

4.2. 実証講座実施結果

4.2.1. 講座実施の様子

12/19 から 12/20 にかけて実施した本講座の様子を以下に掲載する。

e ラーニング学習の様子



VR トレーニング（ゴーグル版）での学習の様子①



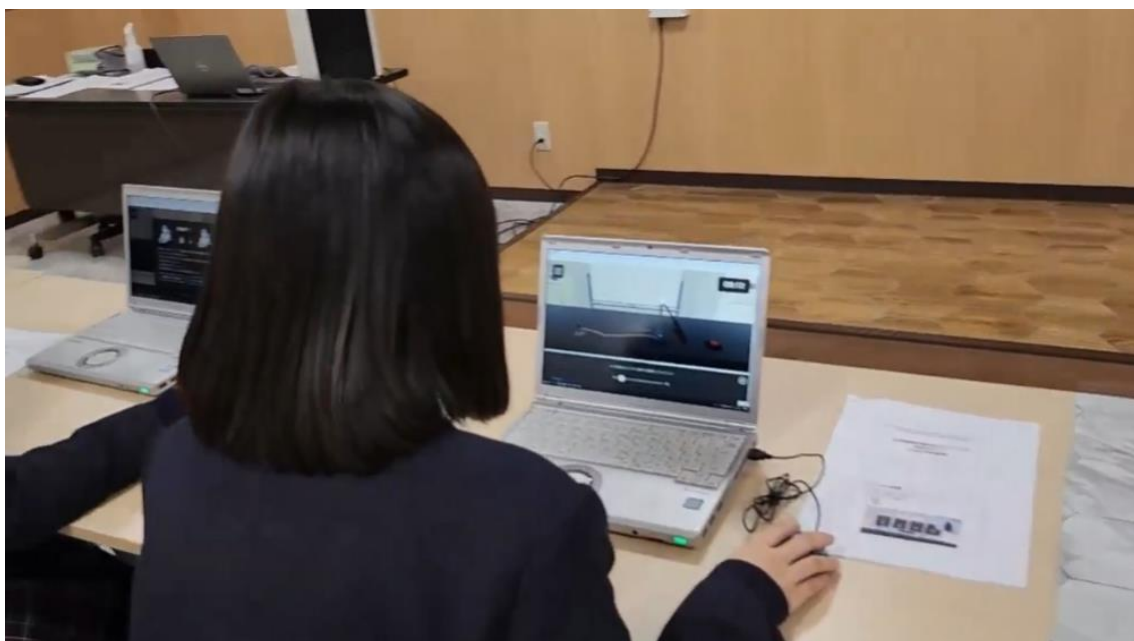
VR トレーニング（ゴーグル版）での学習の様子②



VR トレーニング（パソコン版）での学習の様子①



VR トレーニング（パソコン版）での学習の様子②



実験実習の様子①



実験実習の様子②

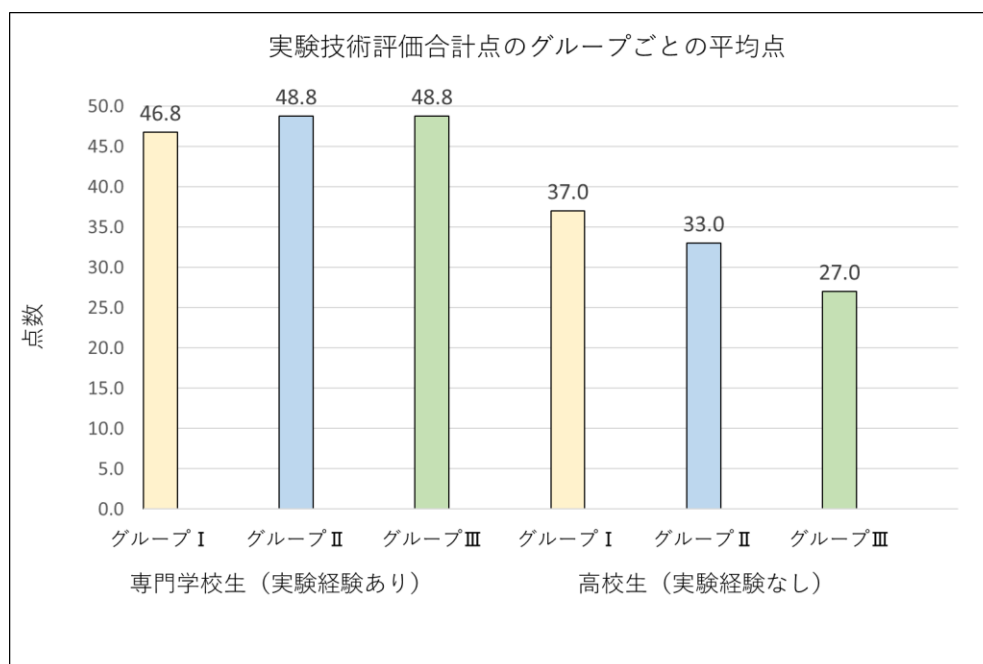


4.2.2. 実験実習の成績評価

以下の3項目（定性分析結果、実験時間、実験操作）の観点で評価を行った。

項目	点数	観点
定性分析結果	10 点	・ 金属イオンの判定（イオンの有無）
実験時間	10 点	・ 実験時間を 45 分とし、60 分で打ち切る ・ 45 分を超過した場合は、減点対象とする
実験操作	8 項目 計 30 点	・ 実験操作手順の理解、試薬の扱い方、計り取り、器具の洗浄、ろ過操作、ガスバーナー等
合計点	50 点	

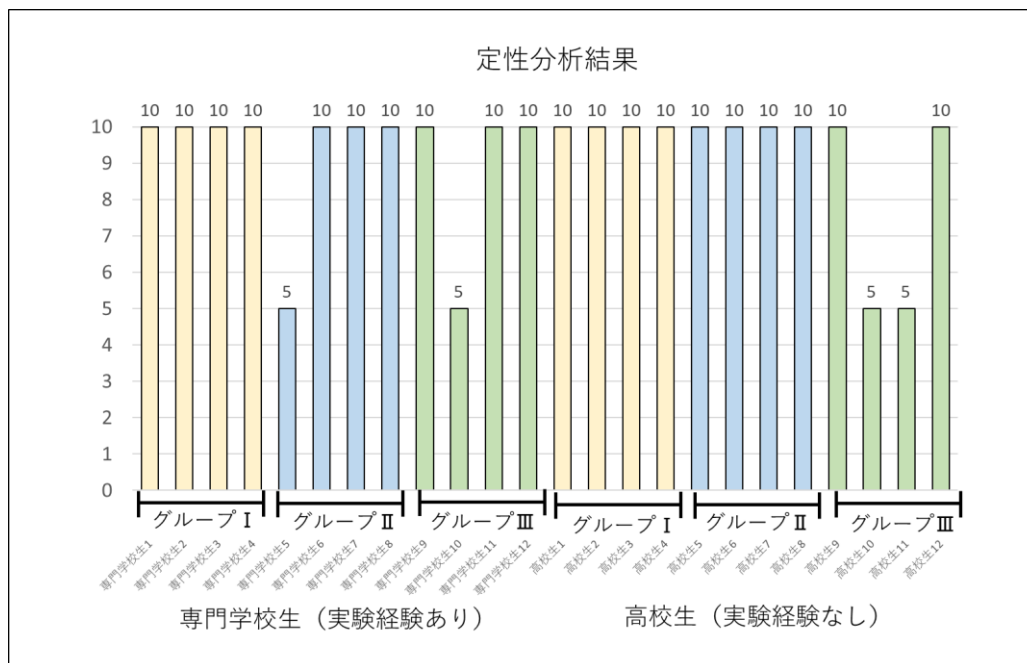
(1) 実験技術評価の合計点



- ・ グループⅠ：e ラーニングと VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習
- ・ グループⅡ：e ラーニングと VR コンテンツ（PC 版）で事前学習
- ・ グループⅢ：事前学習なし

定性分析実験の評価合計点の平均をグループ間で比較すると、専門学校生（実験経験あり）ではグループ間に大きな差異は見られない。一方、高校生（実験経験なし）では、VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行ったグループⅠが最も点数が高く、VR コンテンツ（PC 版）で事前学習を行ったグループⅡが続き、いずれも事前学習なしのグループⅢの成績を上回る結果となった。

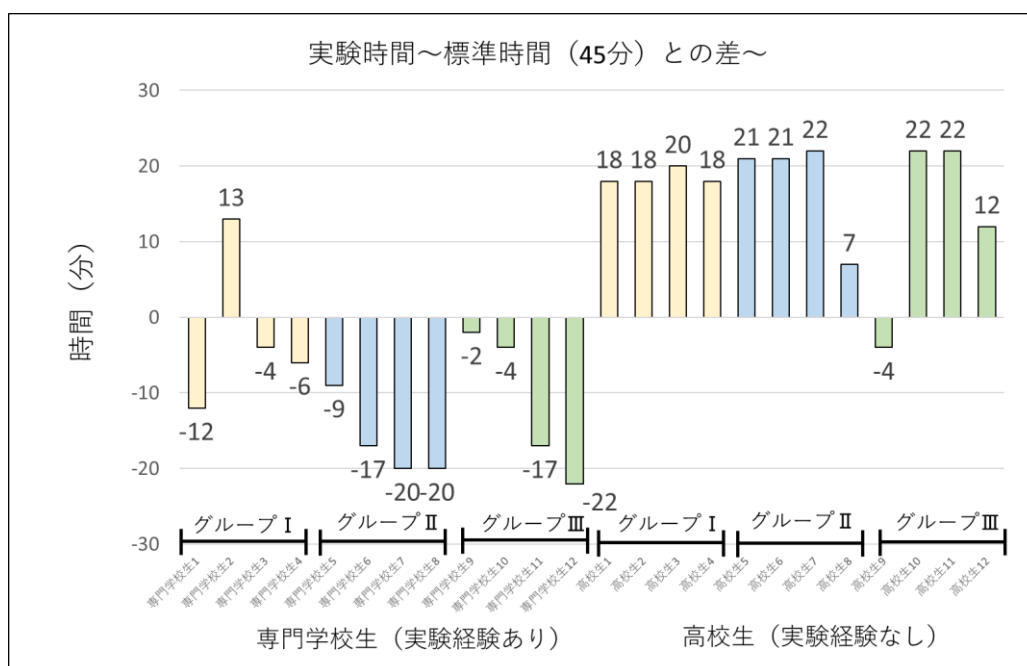
(2) 「定性分析結果」に対する評価結果



- ・グループⅠ：e ラーニングと VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習
- ・グループⅡ：e ラーニングと VR コンテンツ（PC 版）で事前学習
- ・グループⅢ：事前学習なし

「定性分析結果」の成績では、グループ間に大きな差は見られない。

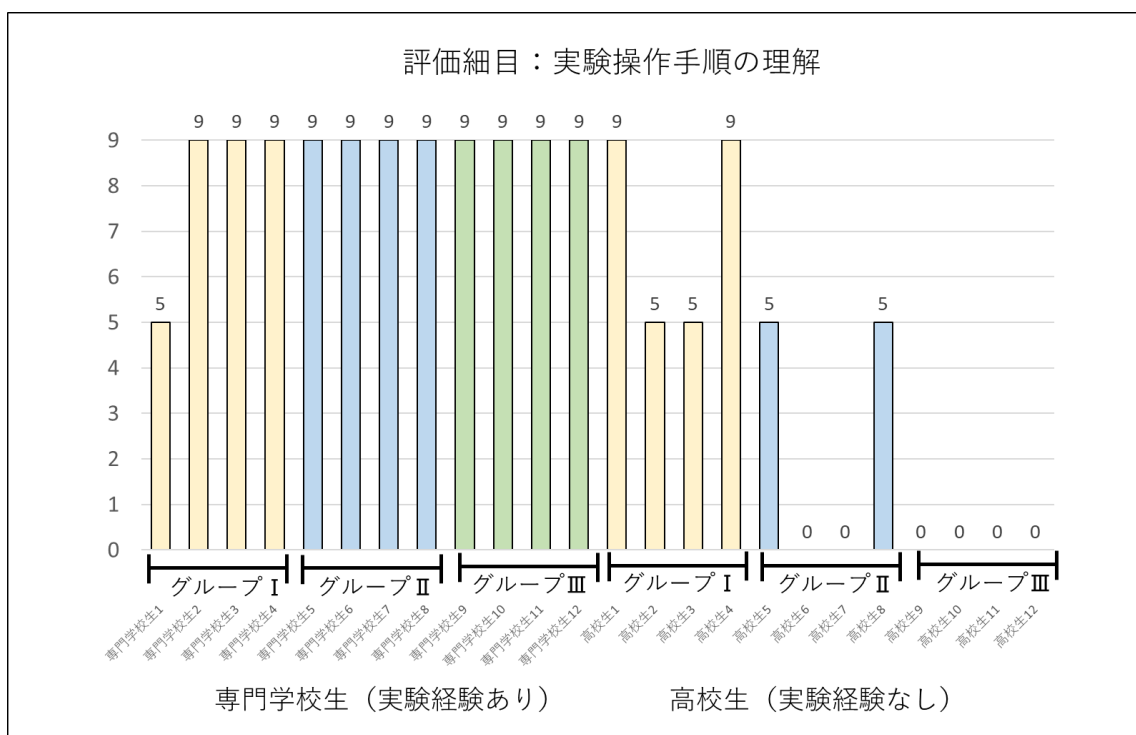
(3) 「実験時間」に対する評価結果



- ・グループⅠ：e ラーニングと VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習
- ・グループⅡ：e ラーニングと VR コンテンツ（PC 版）で事前学習
- ・グループⅢ：事前学習なし

「実験時間」の成績でも、グループ間に大きな差は見られない。

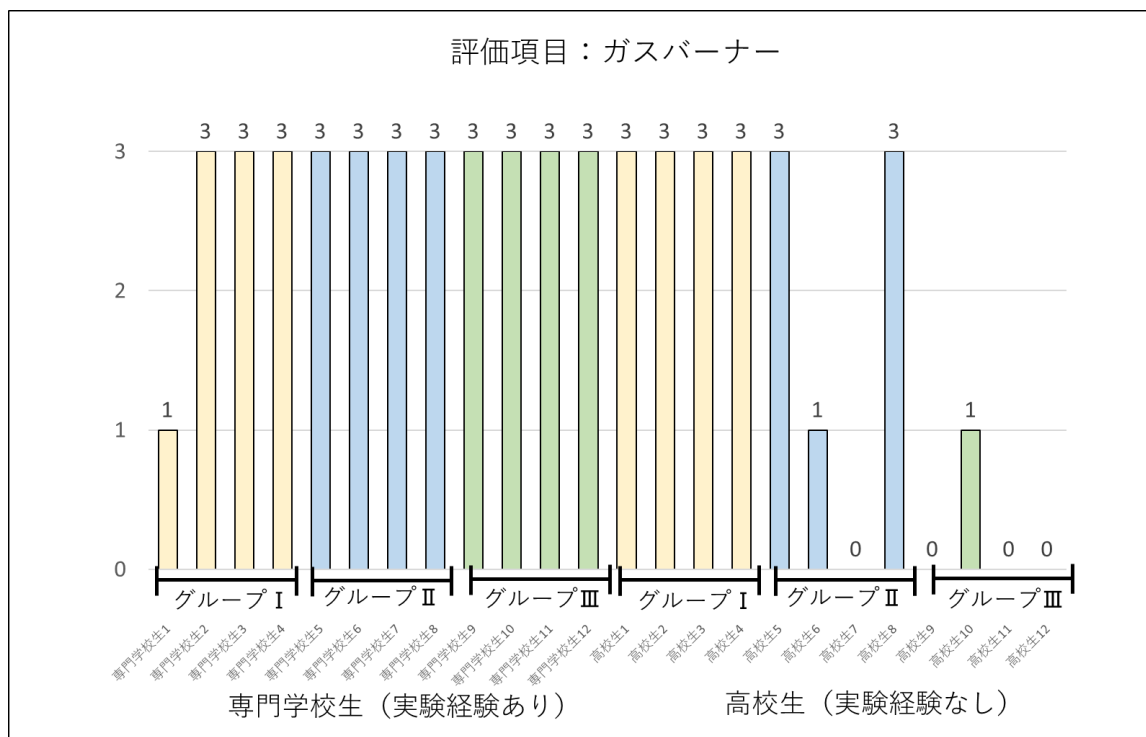
(4) 「実験操作 評価細目：実験操作手順の理解」に対する評価結果



- ・グループⅠ：e ラーニングと VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習
- ・グループⅡ：e ラーニングと VR コンテンツ（PC 版）で事前学習
- ・グループⅢ：事前学習なし

定性分析実験の評価項目 10 項目の中でも「実験操作手順の理解」の項目で、顕著な差が確認できる。高校生（実験経験なし）の評価結果を見ると、VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行ったグループⅠの点数は、事前学習なしのグループⅢだけでなく、VR コンテンツ（PC 版）で事前学習を行ったグループⅡの点数と比べても大きく上回る結果となった。

(5) 「実験操作 評価細目：ガスバーナー」に対する評価結果



- ・グループⅠ：e ラーニングと VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習
- ・グループⅡ：e ラーニングと VR コンテンツ（PC 版）で事前学習
- ・グループⅢ：事前学習なし

定性分析実験の評価項目 10 項目のうち「ガスバーナー」の項目でも、評価結果に差が表れた。高校生（実験経験なし）の評価結果を見ると、VR コンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行ったグループⅠの点数がやはり高く、VR コンテンツ（PC 版）で事前学習を行ったグループⅡ、事前学習なしのグループⅢの点数を上回る結果となった。またグループⅡとグループⅢを比較すると、グループⅡの方が成績が上回る結果となった。

(6) 評価結果の詳細

	学生 No	グループ	合計点	金属イオン 検出	実験時間	実験操作手 順の理解	試薬の扱い	器具の洗浄	ろ過操作	ガスバーナ ー	廃液の扱い	安全対策	実験室内の 行動
専門 学 校 生	1	グループ I	44	10	10	5	3	3	3	1	3	3	3
	2	グループ I	43	10	5	9	3	3	1	3	3	3	3
	3	グループ I	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	4	グループ I	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	5	グループ II	45	5	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	6	グループ II	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	7	グループ II	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	8	グループ II	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	9	グループ III	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	10	グループ III	45	5	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	11	グループ III	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
	12	グループ III	50	10	10	9	3	3	3	3	3	3	3
高 校 生	1	グループ I	40	10	0	9	3	3	3	3	3	3	3
	2	グループ I	34	10	0	5	3	3	3	3	3	1	3
	3	グループ I	34	10	0	5	3	3	3	3	3	3	1
	4	グループ I	40	10	0	9	3	3	3	3	3	3	3
	5	グループ II	36	10	0	5	3	3	3	3	3	3	3
	6	グループ II	29	10	0	0	3	3	3	1	3	3	3
	7	グループ II	28	10	0	0	3	3	3	0	3	3	3
	8	グループ II	39	10	5	5	3	3	3	3	3	1	3
	9	グループ III	28	10	0	0	3	3	3	0	3	3	3
	10	グループ III	24	5	0	0	3	3	3	1	3	3	3
	11	グループ III	23	5	0	0	3	3	3	0	3	3	3
	12	グループ III	33	10	5	0	3	3	3	0	3	3	3

4.3. 受講後アンケート調査結果

本講座では以下の5種の受講後アンケートを実施した。

- ・グループⅠ 12/21 事前学習 受講後アンケート
- ・グループⅠ 12/22 実験実習 受講後アンケート
- ・グループⅡ 12/21 事前学習 受講後アンケート
- ・グループⅡ 12/22 実験実習 受講後アンケート
- ・グループⅢ 12/22 実験実習 受講後アンケート

これらのアンケートは、グループⅠ、グループⅡ、グループⅢで各種コンテンツを利用するタイミングが異なることから、質問の適切なタイミングで行うためにアンケートをわけているが、ほとんどがグループ間で差異なく共通の質問である。

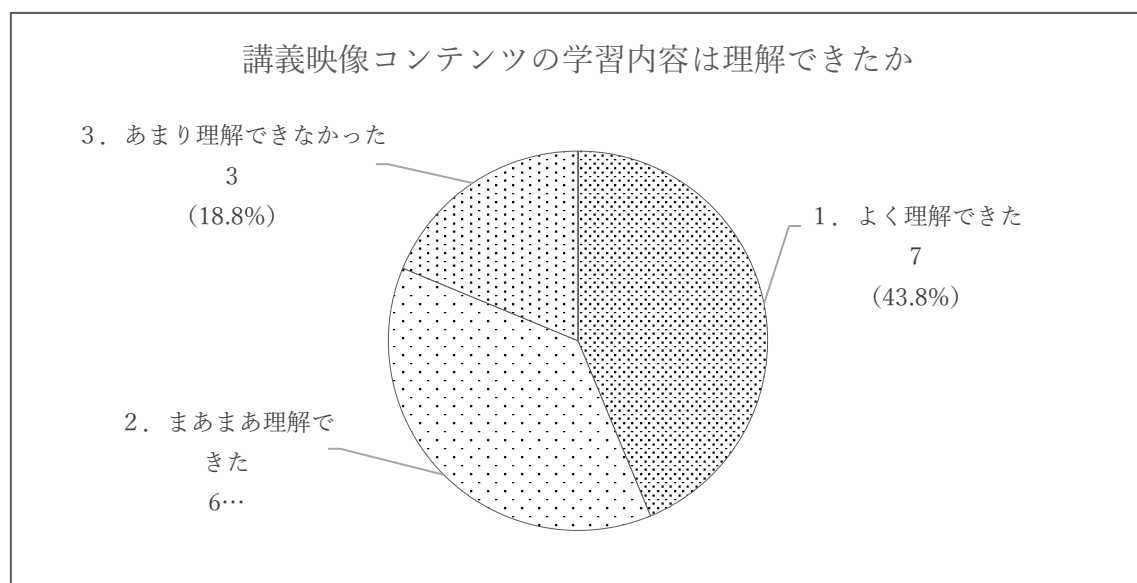
ここでは、本講座の結果全体を概観しやすくする目的で、グループⅠⅡⅢの共通質問を抜粋して合算値を集計したグラフを掲載するが、グループ毎にアンケートのタイミングが異なることに留意されたい。

なお、個別のアンケート結果に関しては、巻末の参考資料に掲載する。

1.e ラーニング（講義映像コンテンツ）について

回答対象：グループⅠⅡ（いずれも事前学習）

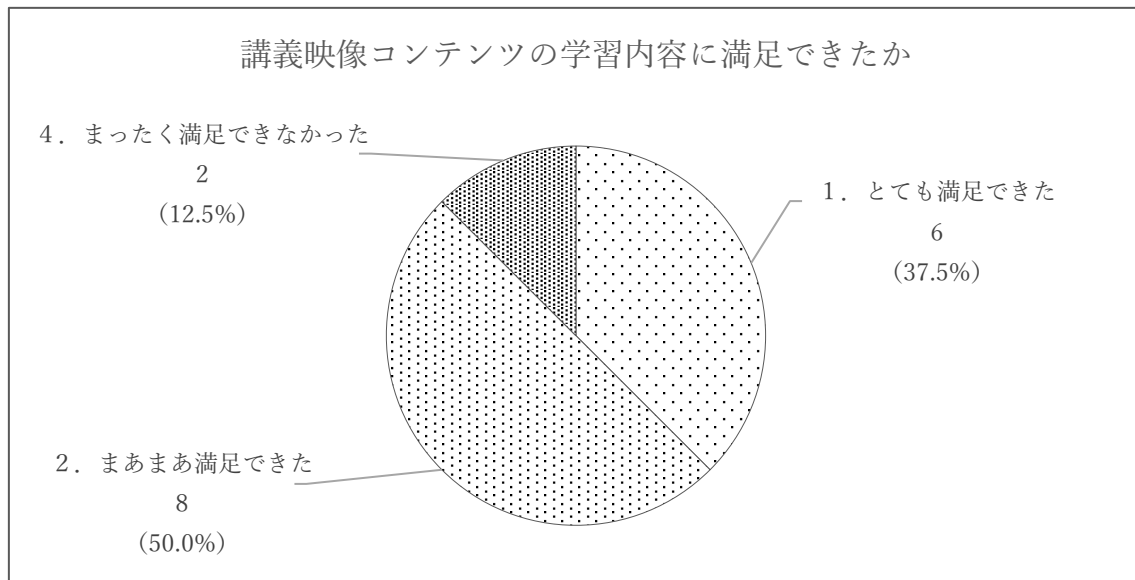
1-(1) 視聴した講義映像コンテンツの学習内容は理解できましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. よく理解できた	7	43.8%
2. まあまあ理解できた	6	37.5%
3. あまり理解できなかった	3	18.8%
4. まったく理解できなかった	0	0.0%
総計	16	

回答対象：グループⅡ（いずれも事前学習）

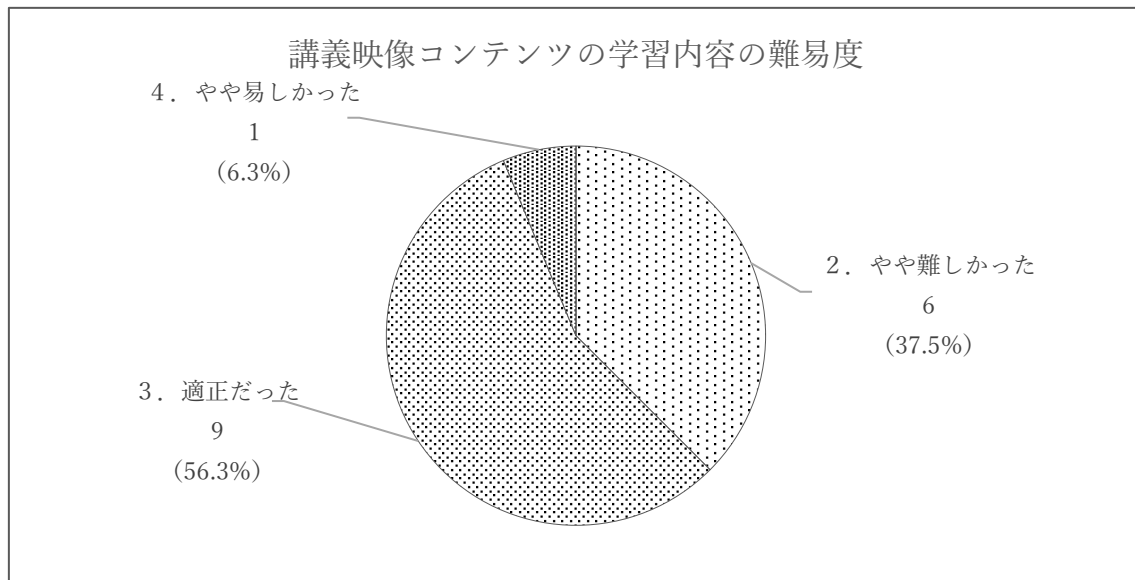
1-(2) 視聴した講義映像コンテンツの学習内容に満足できましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. とても満足できた	6	37.5%
2. まあまあ満足できた	8	50.0%
3. あまり満足できなかった	0	0.0%
4. まったく満足できなかった	2	12.5%
総計	16	

回答対象：グループⅠⅡ（いずれも事前学習）

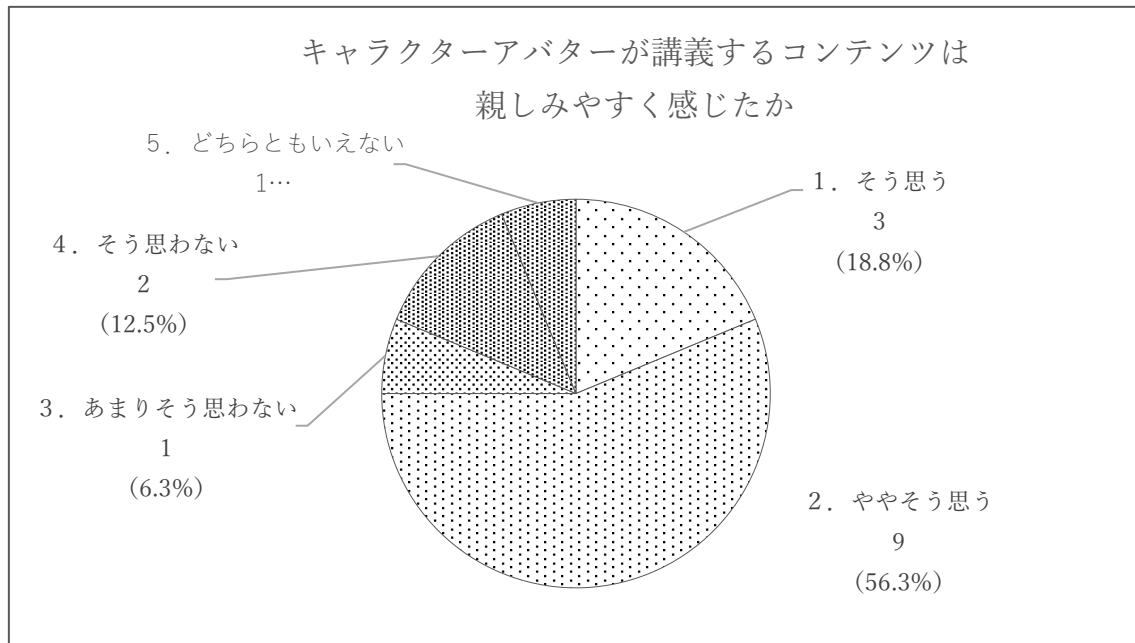
1-(3) 視聴した講義映像コンテンツの学習内容の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	6	37.5%
3. 適正だった	9	56.3%
4. やや易しかった	1	6.3%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	16	

回答対象：グループⅡ（いずれも事前学習）

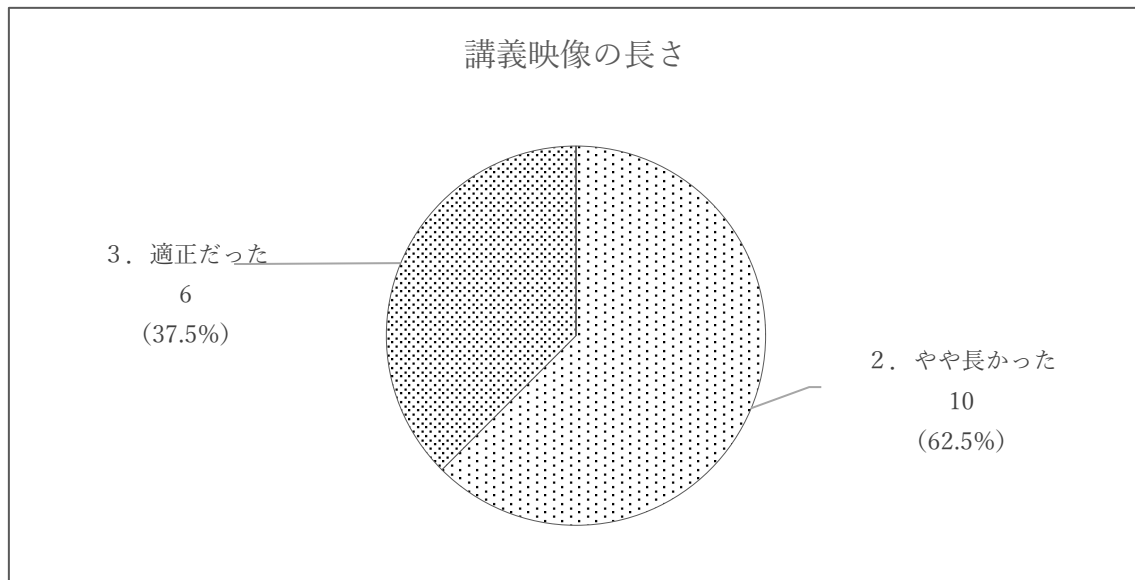
1-(4) キャラクターアバターが講義するコンテンツは親しみやすく感じましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. そう思う	3	18.8%
2. ややそう思う	9	56.3%
3. あまりそう思わない	1	6.3%
4. そう思わない	2	12.5%
5. どちらともいえない	1	6.3%
総計	16	

回答対象：グループⅡ（いずれも事前学習）

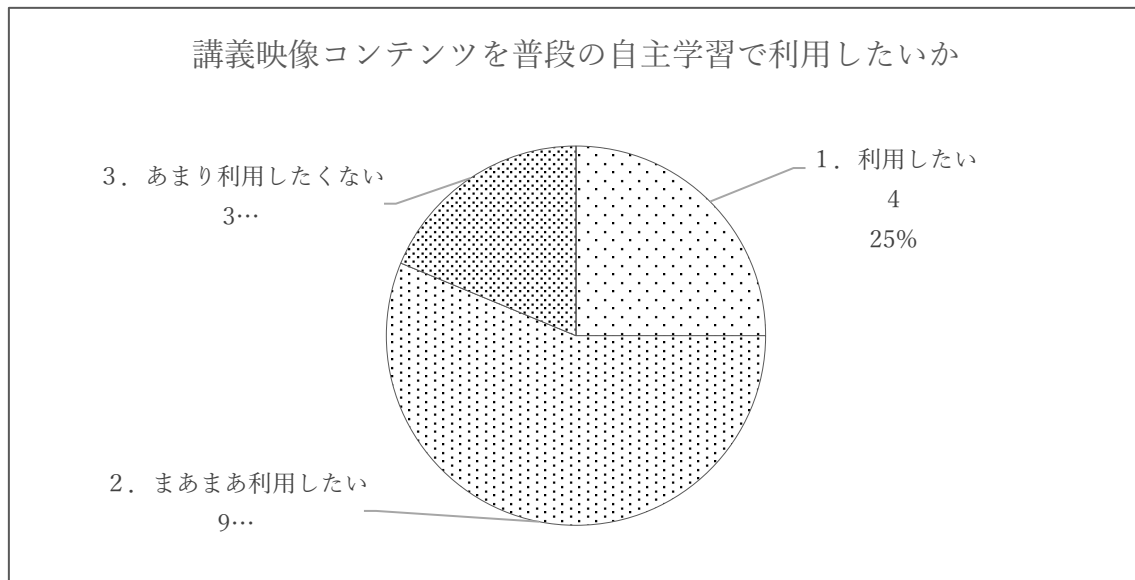
1-(5) 今回の講義映像コンテンツは1本約10分程度としました。講義映像の長さに対する感想として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 長すぎた	0	0.0%
2. やや長かった	10	62.5%
3. 適正だった	6	37.5%
4. やや短かった	0	0.0%
5. 短すぎた	0	0.0%
総計	16	

回答対象：グループⅡⅡ（いずれも事前学習）

1-(6) 今回のような講義映像コンテンツを普段の自主学習などでも利用したいと思いますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください



	回答者	%
1. 利用したい	4	25.0%
2. まあまあ利用したい	9	56.3%
3. あまり利用したくない	3	18.8%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	16	

回答対象：グループⅡ（いずれも事前学習）

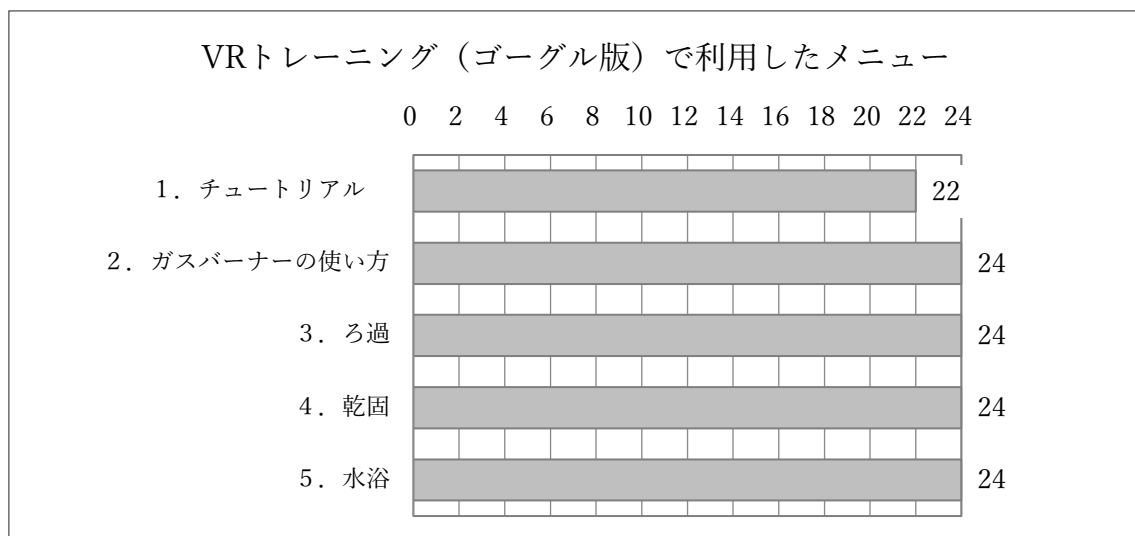
1-(7) 講義映像コンテンツに関するご意見・ご感想などあればご記入ください。

- ・ アバターがあり親しみやすかったです。
- ・ 少し聞きとり辛かった。
- ・ 音声聞きとりにくかったです。
- ・ 声を聞き取れるようにしてほしい。
- ・ 音が聞きずらかっただけで、他は良かったと思う。
- ・ 「講義映像コンテンツ」で話している男の人の声がおもしろかったです。
- ・ もう少し曇った声を聞きとりやすく改善できればさらに伝わりやすくなると思いました。ペンなどで重要な箇所を引いたりするのは良かったと思います。
- ・ 内容がわかりやすく、理解しやすかったです。
- ・ 音声の改善が必要だと感じました。また、なぜそのルールがあるのかなどの詳細がなかったことで疑問が残ってしまう可能性があると思います。説明の長さは比較的短く良いと思った。
- ・ 写真だけでなく、実際に実験している映像などがあってもいいと思いました。
(服装例など)
- ・ アバターの情報量がちぐはぐで気持ち悪い。トラッキングで動かすのであれば、一部制限をかけるのではなく、Live2D程度におさえるか、顔や体も動かしたほうが見栄えがいい。・ フェイストラッキングも無理に入れる必要はないと思う。
- ・ スライド上の文字や絵への線や丸は手書ではなく、アニメーション等使用すると、見やすい。手の形も適宜変更をするとみやすい。

2. VR トレーニング（ゴーグル版）について

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

2-(1) VR トレーニング（ゴーグル版）で利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。

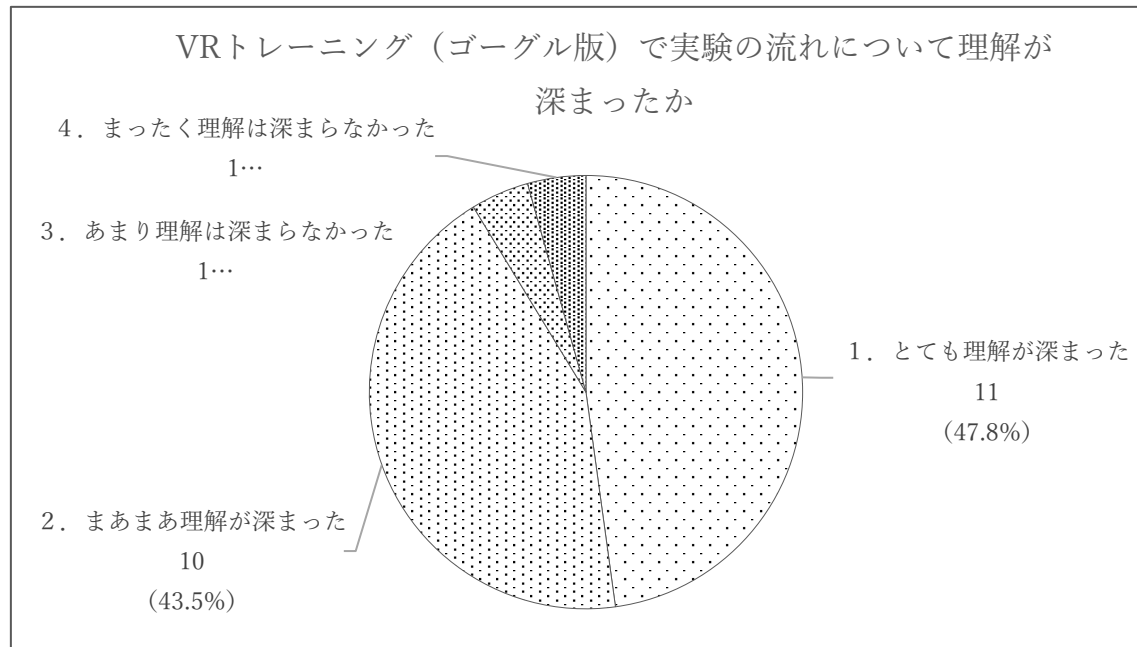


（複数回答）

回答者	
1. チュートリアル	22
2. ガスバーナーの使い方	24
3. ろ過	24
4. 乾固	24
5. 水浴	24
総計	120

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

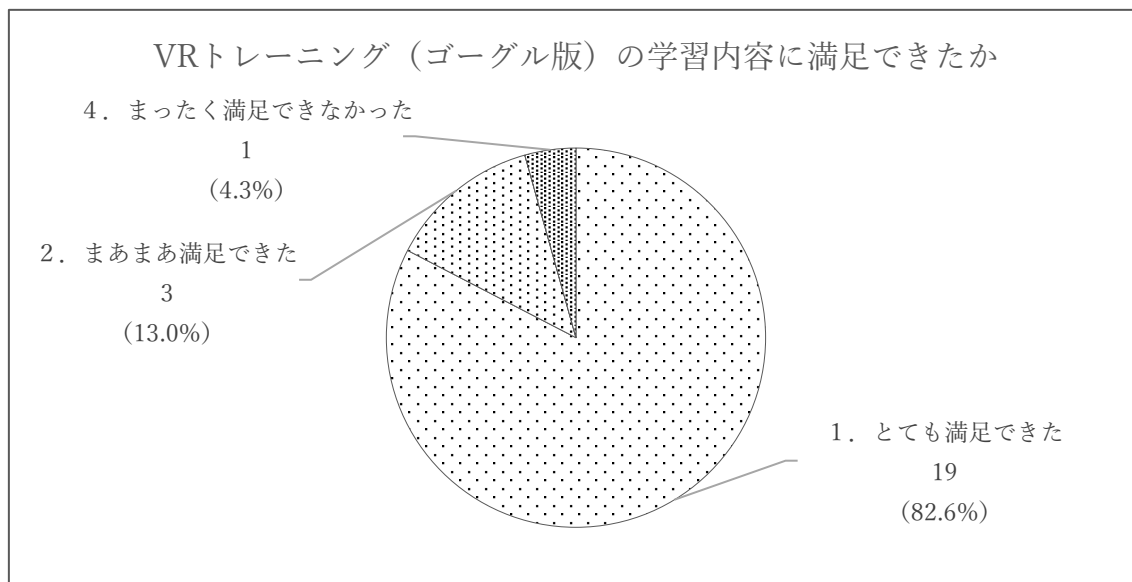
2-(2) VR トレーニング（ゴーグル版）によって、実験の流れについて理解が深まったと感じますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. とても理解が深まった	11	47.8%
2. まあまあ理解が深まった	10	43.5%
3. あまり理解は深まらなかった	1	4.3%
4. まったく理解は深まらなかった	1	4.3%
総計	23	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

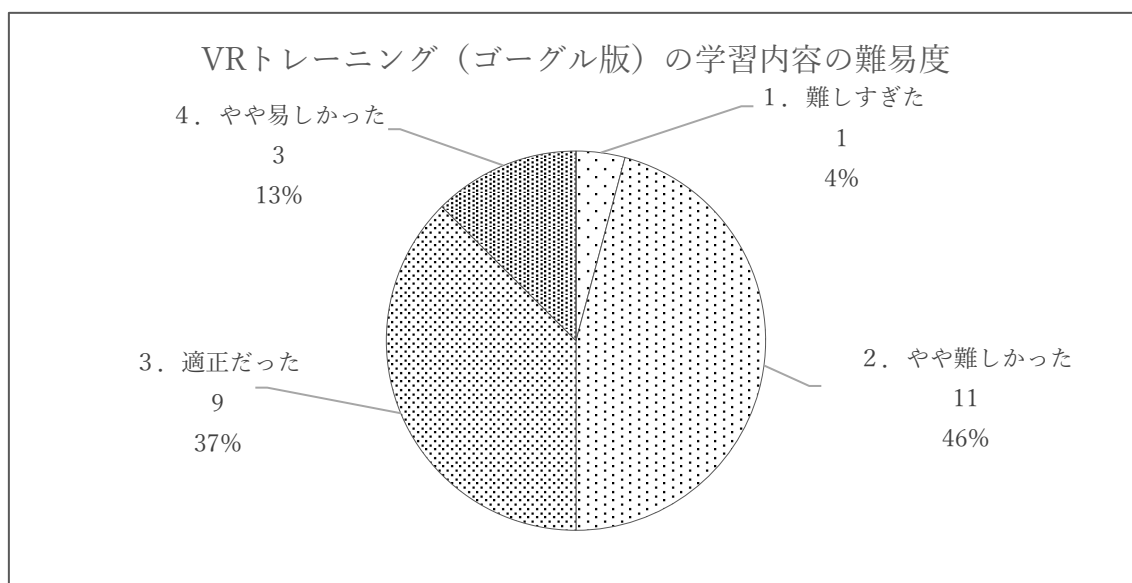
2-(3) VR トレーニング（ゴーグル版）の学習内容に満足できましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. とても満足できた	19	82.6%
2. まあまあ満足できた	3	13.0%
3. あまり満足できなかった	0	0.0%
4. まったく満足できなかった	1	4.3%
総計	23	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

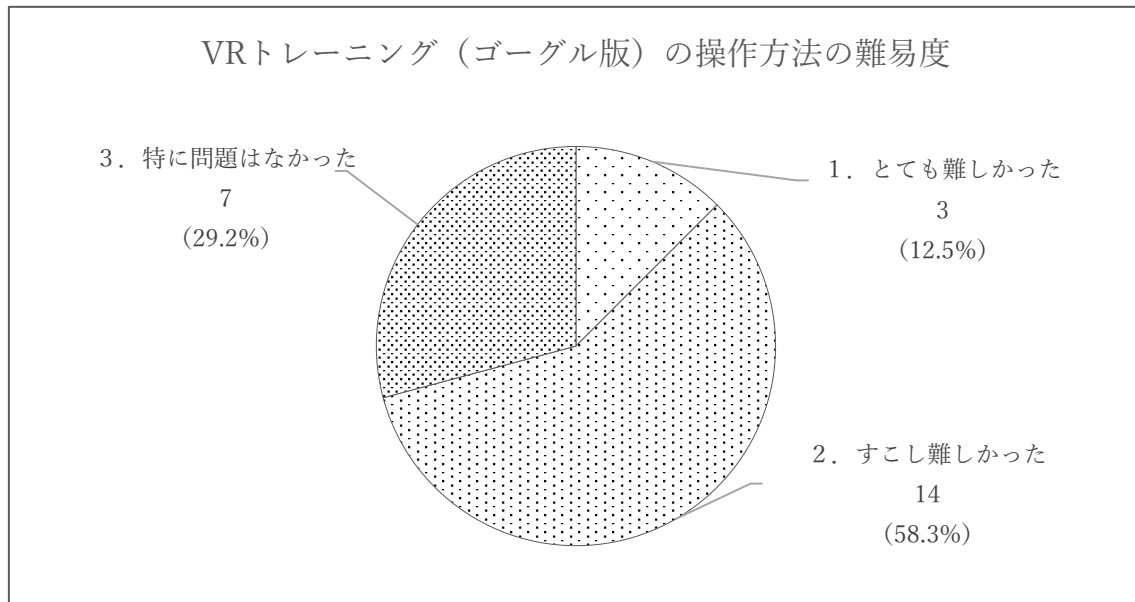
2-(4) VR トレーニング（ゴーグル版）の学習内容の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 難しすぎた	1	4.2%
2. やや難しかった	11	45.8%
3. 適正だった	9	37.5%
4. やや易しかった	3	12.5%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

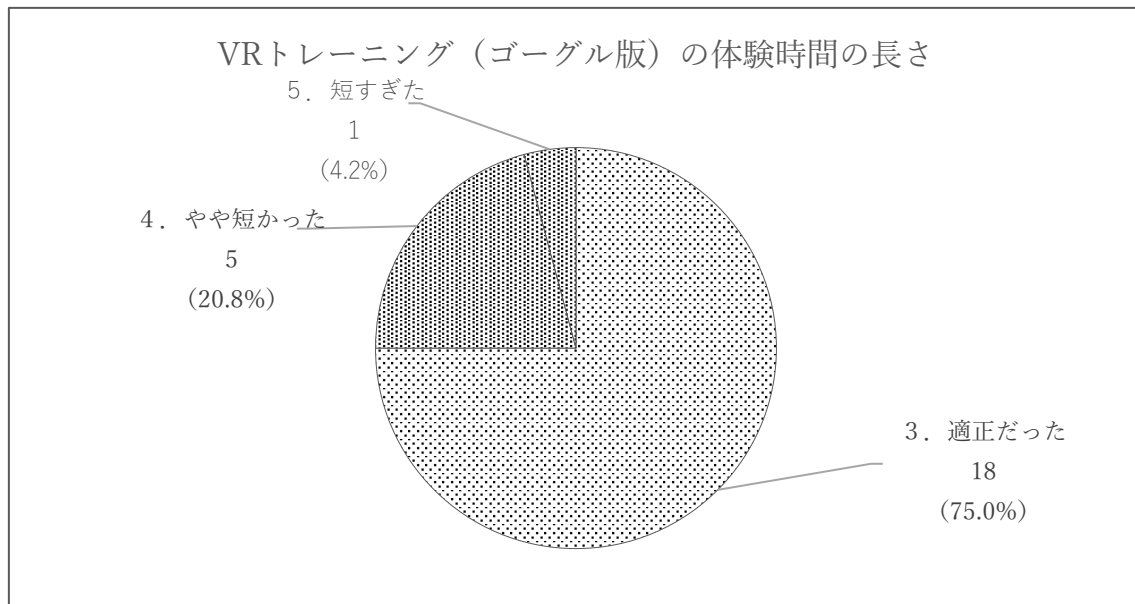
2-(5)トレーニング（ゴーグル版）の操作方法の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください



	回答者	%
1. とても難しかった	3	12.5%
2. すこし難しかった	14	58.3%
3. 特に問題はなかった	7	29.2%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

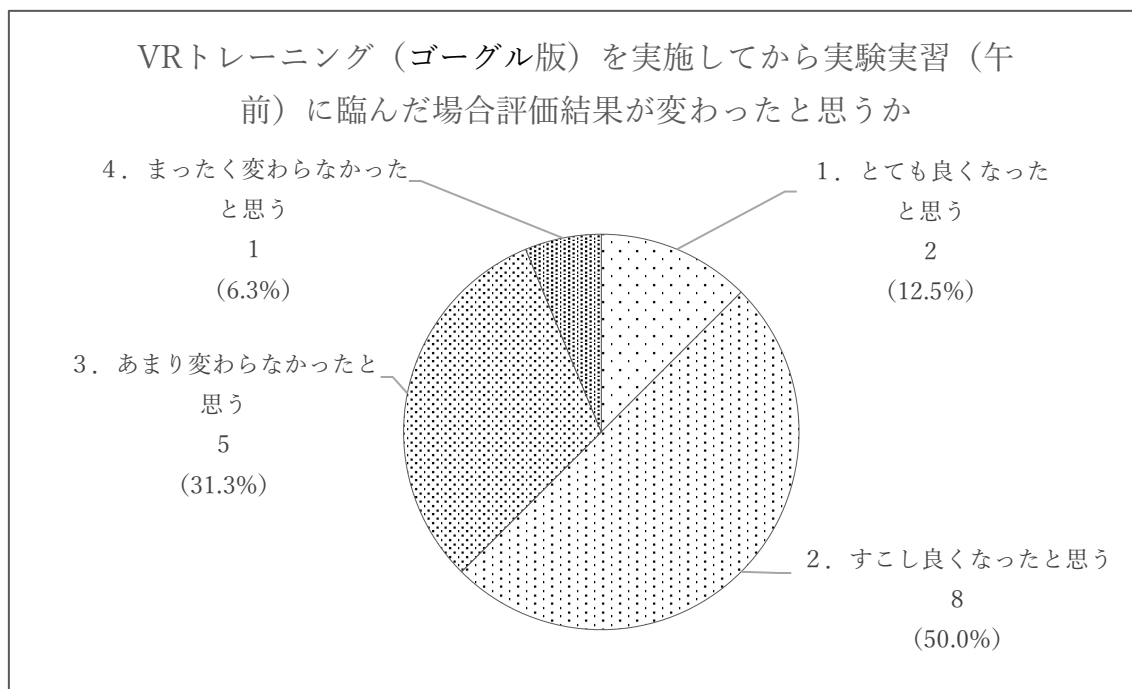
2-(6)今回の VR トレーニング（ゴーグル版）は1実験あたり体験時間を約3分程度として設計しました。体験時間の長さに対する感想として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 長すぎた	0	0.0%
2. やや長かった	0	0.0%
3. 適正だった	18	75.0%
4. やや短かった	5	20.8%
5. 短すぎた	1	4.2%
総計	24	

回答対象：グループⅡⅢ（実験後体験）

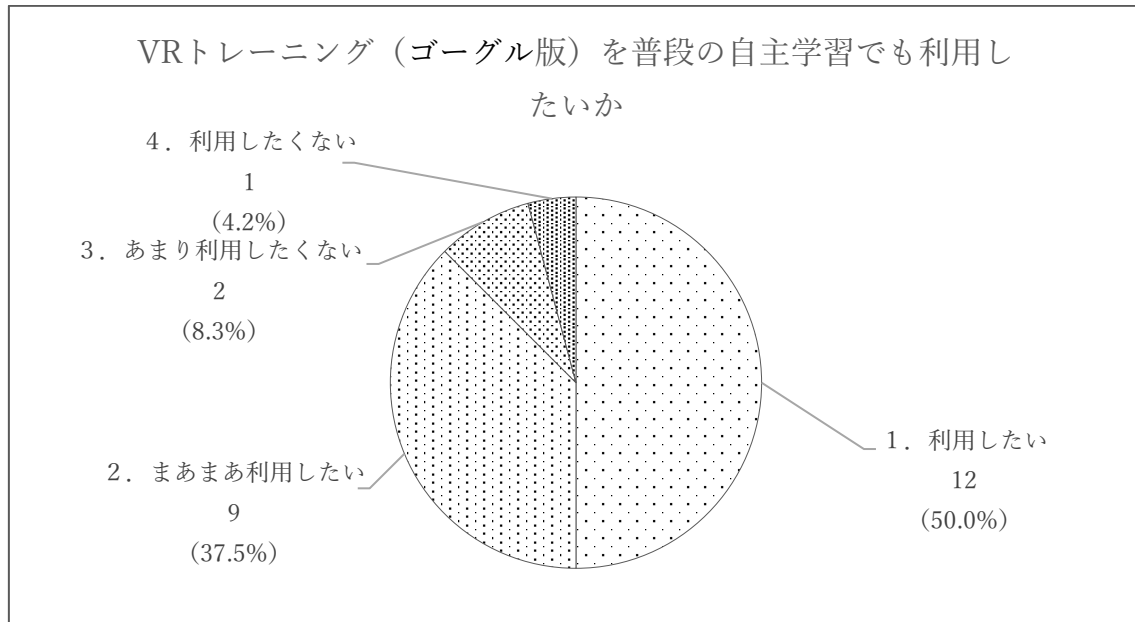
2- (7) 事前に VR トレーニング（ゴーグル版）を実施してから実験実習（午前）に臨んだ場合、評価の結果は変わったと思いますか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	回答者	%
1. とても良くなったと思う	2	12.5%
2. すこし良くなったと思う	8	50.0%
3. あまり変わらなかったと思う	5	31.3%
4. まったく変わらなかったと思う	1	6.3%
総計	16	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

2-(7)今回のような VR トレーニング（ゴーグル版）を普段の自主学習などでも利用したい
と思いますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 利用したい	12	50.0%
2. まあまあ利用したい	9	37.5%
3. あまり利用したくない	2	8.3%
4. 利用したくない	1	4.2%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅠ事前学習、グループⅡ・Ⅲ実験後体験）

2-(9) VR トレーニング（ゴーグル版）に関するご意見・ご感想などあればご記入ください。

グループⅠ

- ・ ゴーグルが重くすこししんどかったけど楽しくできました。
- ・ 手順を見て操作をする時、ミスしてしまう時があったが、VRだったおかげで怪我なく安全にやり直すことができて良かった。
- ・ ガスバーナーのつけ方がむずかしかったです。ろうとの先が、ビーカーについているかや、ろ紙の表裏の見分け等、細かい所の確認が大変でした。学習方法として、とても面白かったです。
- ・ VRに興味がありました。初めてスティックで操作してみて、とても楽しかったです。採点や手順の確認をできるところが良かったです。採点のイラストも萌え系のイラストじゃなくて良かったです。
- ・ 操作性が壊滅的に悪い。ガスをつけずに実際の実験器具でした方が良い。試験管の固形物がふってもまるでとれない。ろかする前にふれば浮いてとれるのに。

グループⅡ

- ・ 割と使いやすく、動きに応じてしっかりと動いてくれたのがよかったです。
- ・ PCよりもやりやすくよかった。
- ・ PC版よりも「実験している」という感覚が強くて楽しかった。
- ・ ガスバーナーの開閉操作が少しやりづらい。インタラクトしたら手のビームでスライダーを操作できていいのではないかと思った。・ スタートする画面が頭追従だと操作しづらい。ビームがオールなどのオブジェクトに阻害される。スタートを終了ボタンと同様に設置し、これを押すまでは他全てインタラクトできない仕様でもいいと思う。
- ・ もう少し詳しい操作方法がほしいと思いました。
- ・ 思ったよりリアルで楽しかった。
- ・ 体質などの問題が発生するので希望する人に対しての使用などの一部に対して利用する方が良いと感じました。ただ、かなり細かい部分（実沸）も設定として導入されているのはすごく良くできていると感じます。

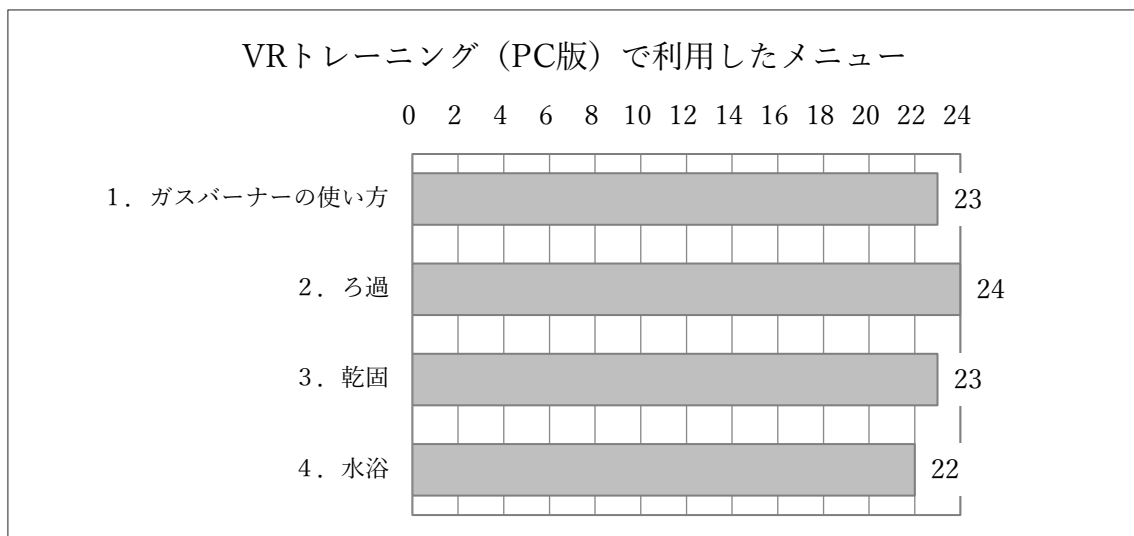
グループⅢ

- ・ 楽しかった。
- ・ チュートリアル後も操作方法は書いてほしい。カーソルを合わせたら道具の名前が出るようにしてほしい。

3. VR トレーニング（PC 版）について

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

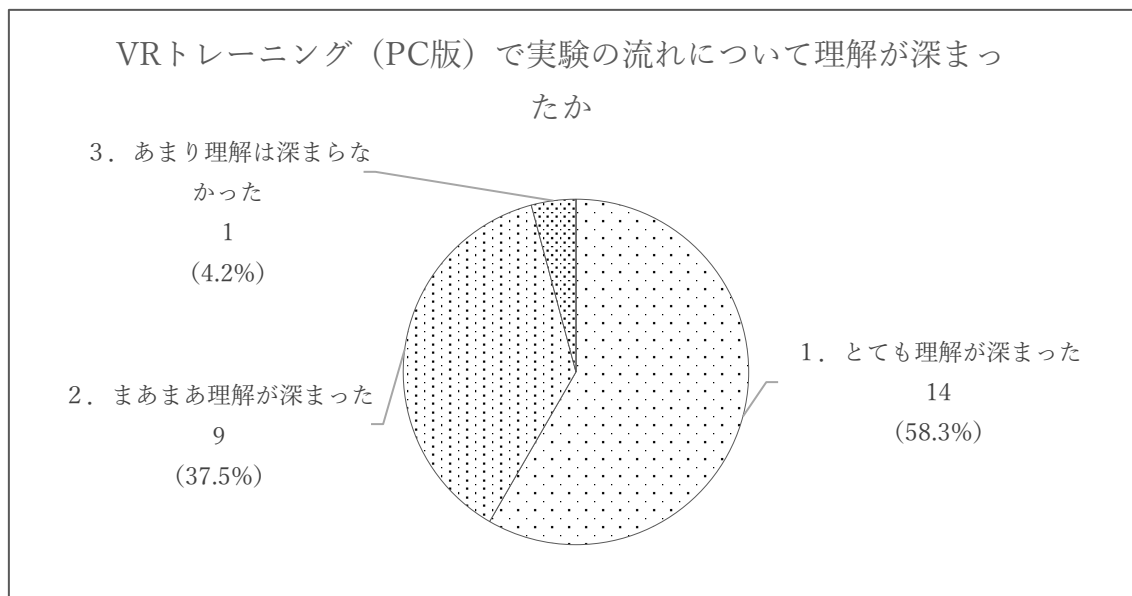
3-(1) VR トレーニング（PC 版）で利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。



回答者	
1. ガスバーナーの使い方	23
2. ろ過	24
3. 乾固	23
4. 水浴	22
総計	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

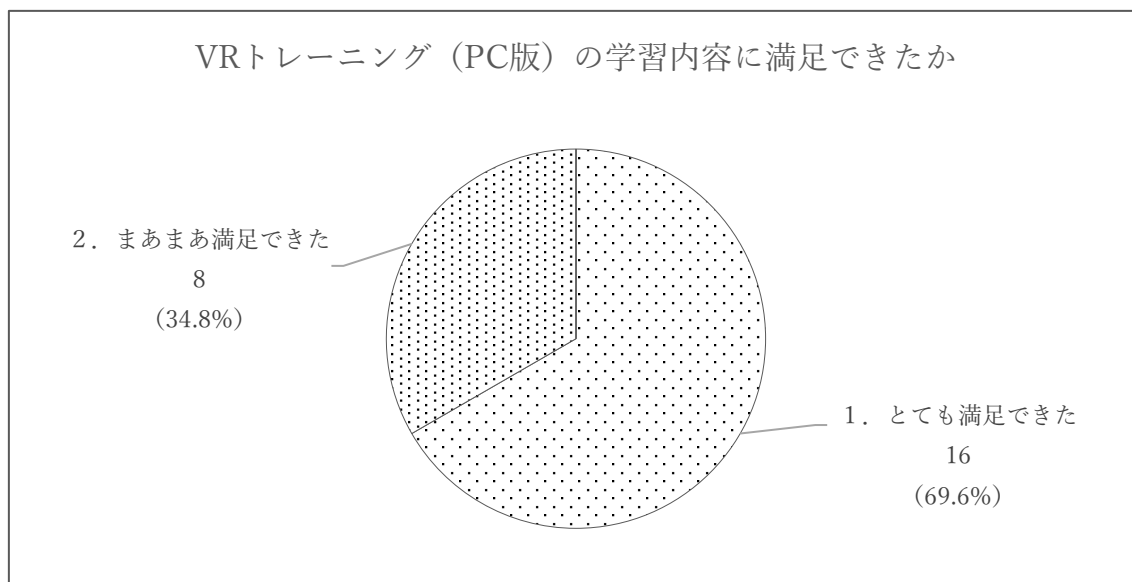
3-(2) VR トレーニング（PC 版）によって、実験の流れについて理解が深まったと感じますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. とても理解が深まった	14	58.3%
2. まあまあ理解が深まった	9	37.5%
3. あまり理解は深まらなかった	1	4.2%
4. まったく理解は深まらなかった	0	0.0%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

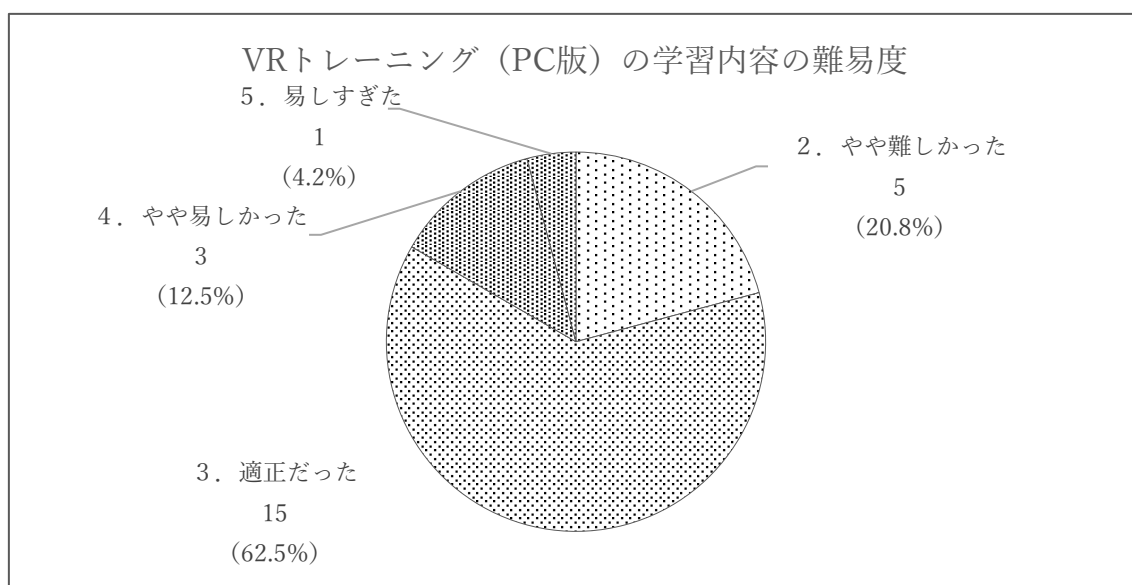
3-(3) VR トレーニング（PC 版）の学習内容に満足できましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	回答者	%
1. とても満足できた	16	69.6%
2. まあまあ満足できた	8	34.8%
3. あまり満足できなかった	0	0.0%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

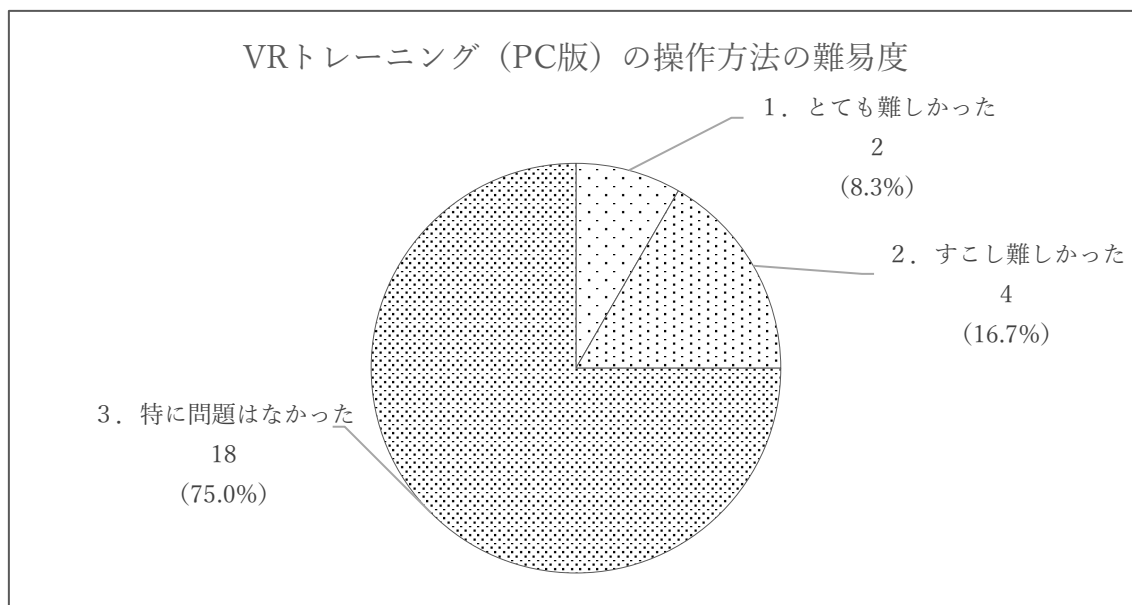
3-(4) VR トレーニング（PC 版）の学習内容の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	5	20.8%
3. 適正だった	15	62.5%
4. やや易しかった	3	12.5%
5. 易しすぎた	1	4.2%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

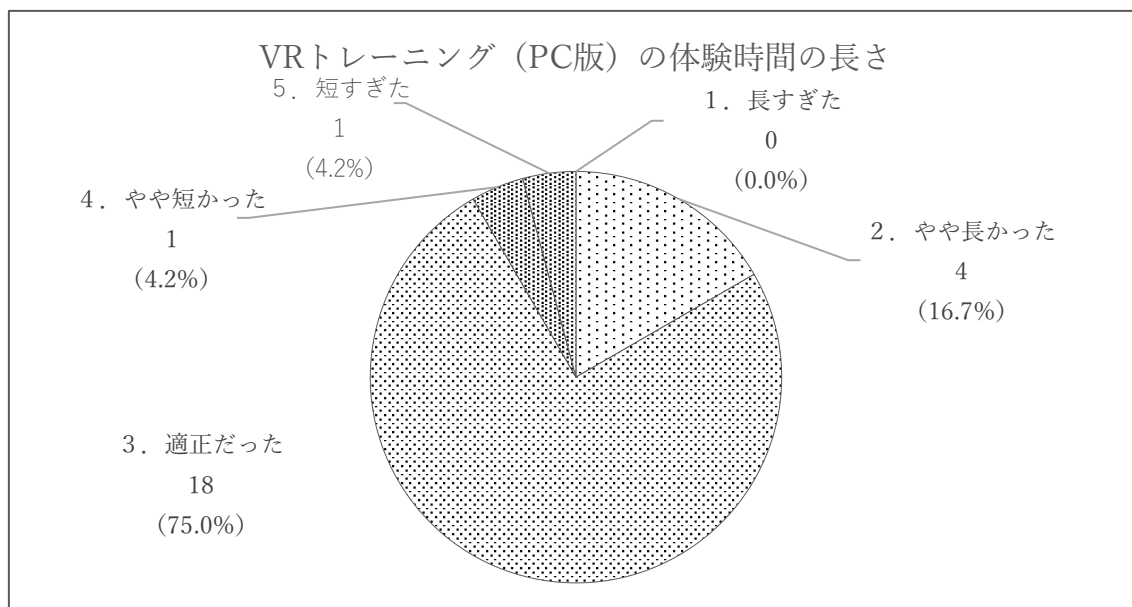
3-(5) VR トレーニング（PC 版）の操作方法の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. とても難しかった	2	8.3%
2. すこし難しかった	4	16.7%
3. 特に問題はなかった	18	75.0%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

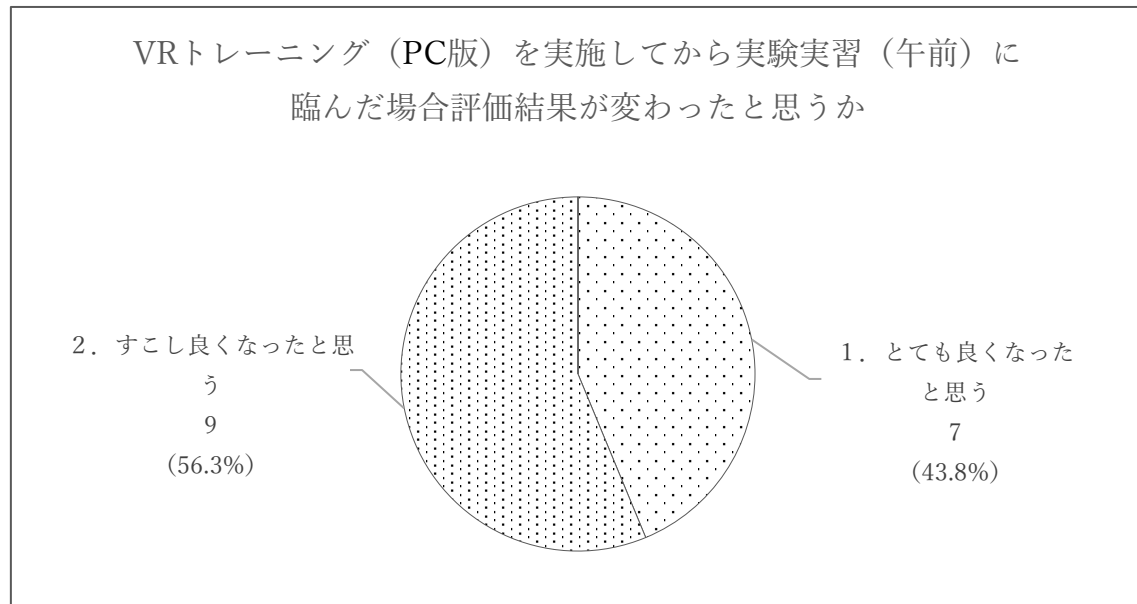
3-(6) 今回の VR トレーニング（PC 版）は 1 実験あたり体験時間を約 3 分程度として設計しました。体験時間の長さに対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	回答者	%
1. 長すぎた	0	0.0%
2. やや長かった	4	16.7%
3. 適正だった	18	75.0%
4. やや短かった	1	4.2%
5. 短すぎた	1	4.2%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅢ（実験後体験）

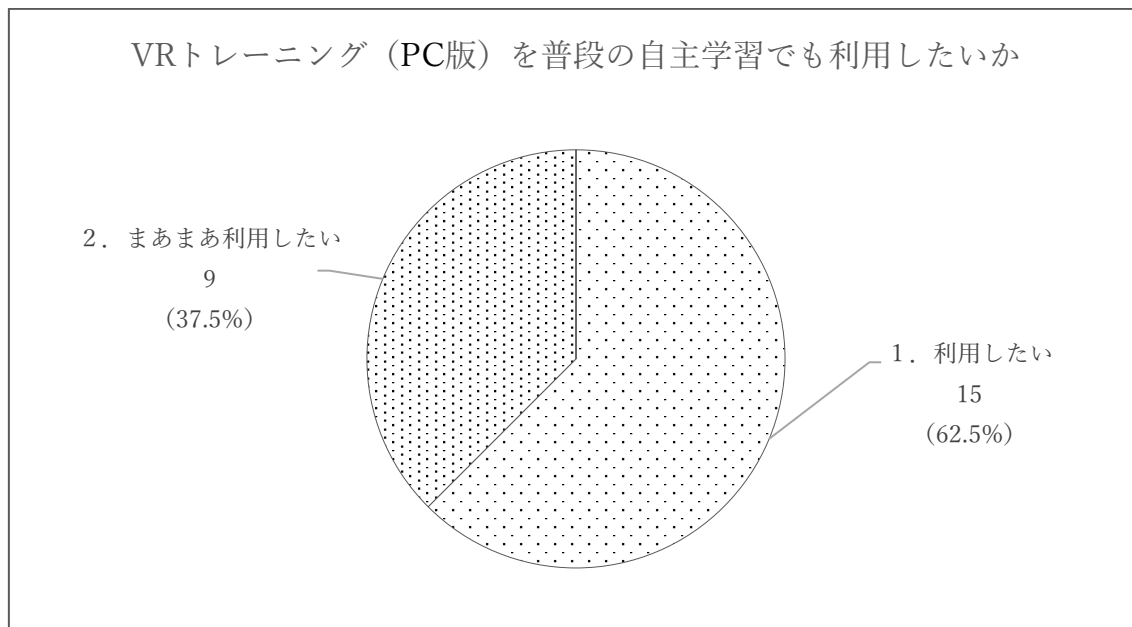
3-(7) 事前に VR トレーニング（PC 版）を実施してから実験実習（午前）に臨んだ場合、評価の結果は変わったと思いますか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	回答者	%
1. とても良くなったと思う	7	43.8%
2. 少し良くなったと思う	9	56.3%
3. あまり変わらなかったと思う	0	0.0%
4. まったく変わらなかったと思う	0	0.0%
総計	16	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

3-(8) 今回のような VR トレーニング（PC 版）を普段の自主学習などでも利用したいと思
いますか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	回答者	%
1. 利用したい	15	62.5%
2. まあまあ利用したい	9	37.5%
3. あまり利用したくない	0	0.0%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	24	

回答対象：グループⅠⅡⅢ（グループⅡ事前学習、グループⅠ・Ⅲ実験後体験）

3-(9) VRトレーニング（PC版）に関するご意見・ご感想などあればご記入ください。

グループⅠ

- ・ 1つのものを選択したら、何個かの選択肢が出てきて、とても分かりやすかったです。
- ・ PCの方が操作方法がVRよりも簡単でした。点数も昨日のVRよりよかったです。
- ・ 下手にVRゴーグルを使うよりPCでする方が操作がしやすい。ガスバーナーの火の大きさの基準がわかりにくい。
- ・ 操作の選択肢があることで、ゴーグル版よりも操作がしやすかったです。
- ・ 器具の取扱い手順を確認できて良かった。

グループⅡ

- ・ シンプルで楽しかった。
- ・ たのしかったです。
- ・ 溶媒を加熱したときに、おもむろに水が蒸発していつているのがPCで再現できて良かったです。
- ・ 一つ一つの操作を丁寧にしないといけないのが難しかった。
- ・ 実験前の予習に使うには良いと思った。実験終了後にどこがダメだったかを教えてもらえるのが良かった。
- ・ 1年次の最初の授業や自宅学習に利用すべきだと思います。
- ・ 見やすくするために自由に拡大、縮小できればいいと思います。第1族～6族のものも楽しみにしています。
- ・ カーソルをオブジェクト上に持ってきた時に、メニュー画面同様ハイライトのようなのがあったと判定がわかりやすい。

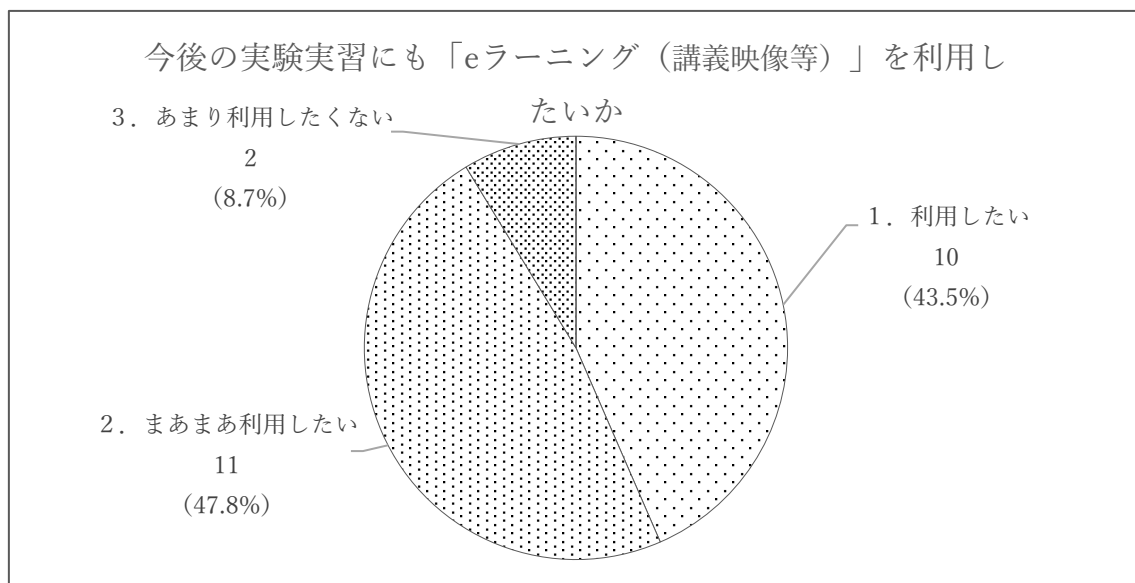
グループⅢ

- ・ 難しかった。
- ・ カーソルを合わせたら道具の名前が出るようにしてほしい。正しい手順を動画で見れるようにしてほしい。

4. 講座全体について

回答対象：グループⅡ

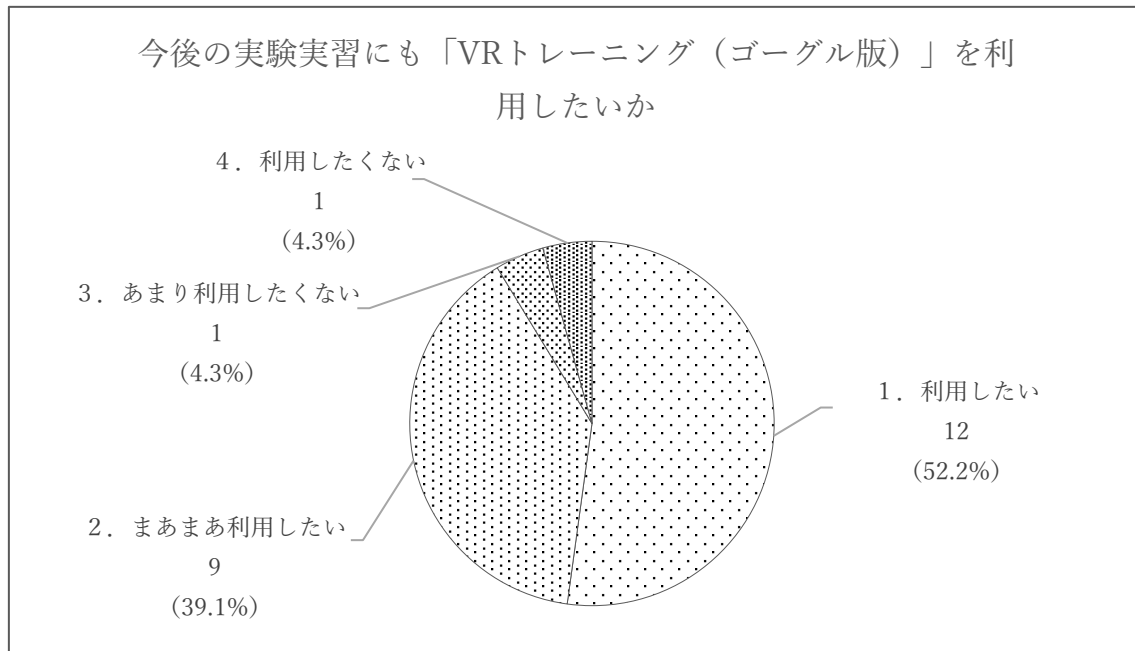
4-(1) 今回の経験を踏まえ、今後の実験実習を行う際に、「eラーニング（講義映像等）」を利用したいと思いますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 利用したい	10	43.5%
2. まあまあ利用したい	11	47.8%
3. あまり利用したくない	2	8.7%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	23	

回答対象：グループⅠⅡⅢ

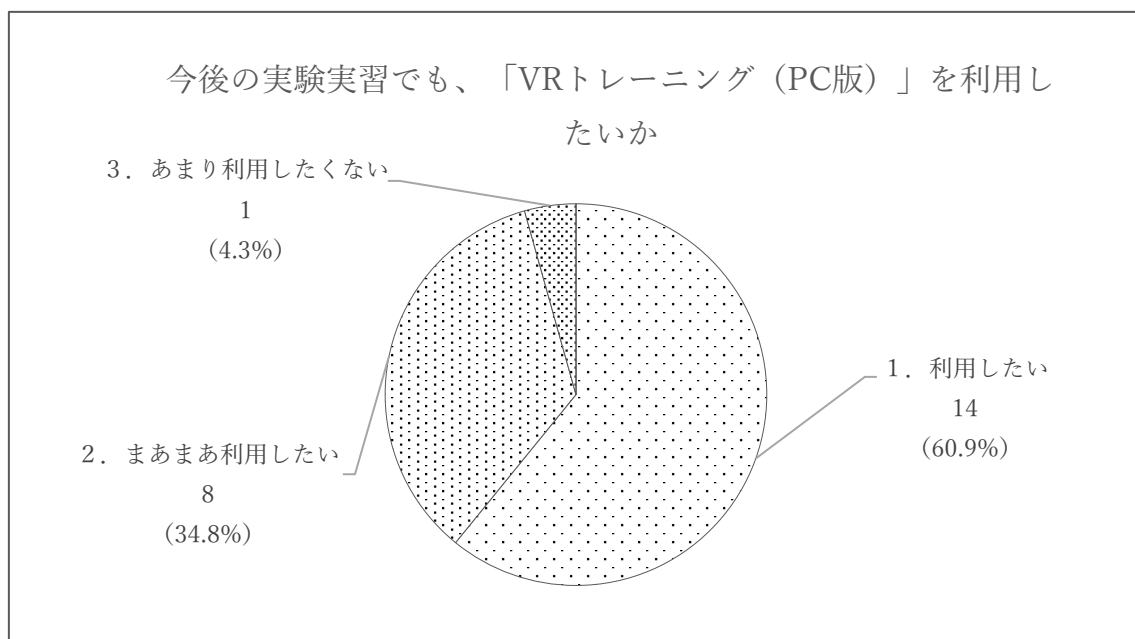
4-(2) 今回の経験を踏まえ、今後の実験実習を行う際にも、「VR トレーニング（ゴーグル版）」を利用したいと思いますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 利用したい	12	52.2%
2. まあまあ利用したい	9	39.1%
3. あまり利用したくない	1	4.3%
4. 利用したくない	1	4.3%
総計	23	

回答対象：グループⅠⅡⅢ

4-(3) 今回の経験を踏まえ、今後の実験実習を行う際にも、「VR トレーニング (PC 版)」を利用したいと思いますか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 利用したい	14	60.9%
2. まあまあ利用したい	8	34.8%
3. あまり利用したくない	1	4.3%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	23	

回答対象：グループⅠⅡⅢ

4-(4) 今回の学習内容や使用したコンテンツ等に関して、ご意見・ご感想などあればご記入ください。

グループⅠ

- ・ とても良かったです。2日間ありがとうございました。
- ・ テキストを読んで実験をするよりも、わかりやすく楽しんで学習することができました。点数の評価があることで、間違えた部分がわかるのも、とても良いと思いました。
- ・ V R ゴーグルがとても楽しかった。操作手順、取扱いだけではなく、いろんな実験ができるようになればいいと思った。技能士試験のシミュレーションとか・・・。
- ・ V R ではよってしまい少し気分が悪くなりました。
- ・ ゴーグル版のガスバーナーの点火時にいっこうにねじが開かなかったり、コックが勝手に閉まって火が消えるのがうっとうしかった。特に空気ねじの方がまるで開かない。当たり判定どうなってるの？ガラスのピペットや試験管の位置がわかりにくい。ピペットで滴下したら外によく出ている。いすに座ってする様にした方がいい。ついいつもの様に実験台によりかかってこけかけた。

グループⅡ

- ・ とてもおもしろかったです。
- ・ 一度失敗してからでは遅いので、あらかじめ実験できるというのはとても良いことだと思います。
- ・ V R は直感的なわかりやすさが、良い体験につながると思います。オブジェクトに手を近づけた時の振動は良かったです。3 液の減少ももう少し視覚的にわかりやすくてもいいと思いました。Eラーニングは新しい技術を使いたくて使いました感が大きいので、もっとコンテンツになじませてください。Eラーニングは I p h o n e の C h r o m e だと入れませんでした。
- ・ この活動はとてもいいと思いました。今回の分析では、あまり色の変化がなかったですが、定性分析で色の変化が見えると、実際の実験にも役立つと思います。
- ・ V R よりも P C の方が手軽に利用できるため、教育機関で用いる場合では適切だと思います。ただ、V R の方がより実践的なので、開発を進めるべきだと感じます。短時間での利用であればすぐに導入しても良いと思います。

グループⅢ

回答なし

4.4. 実施結果まとめ

今年度は、「定性分析実験」を題材とするコンテンツ群を活用した遠隔教育モデルについて、その有効性や妥当性を検証することを目的として、①定性分析実験の学習経験のある専門学校生、②定性分析の学習経験のない高校生、計24名を対象に講座を実施した。実施にあたり、受講者を下表の3つのグループに分けて検証を実施した。また実験実習終了後、すべての受講者がVRコンテンツを体験できる機会を設けた。

グループⅠ ①4名、②4名	eラーニング、VRコンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行う群
グループⅡ ①4名、②4名	eラーニング、VRコンテンツ（PC版）で事前学習を行う群
グループⅢ ①4名、②4名	前期に実施した定性分析実験の実験テキストなどを使って学習する群

まず実験実習の評価結果のうち、定性分析実験の評価項目10項目の合計点の平均をグループ間で比較すると、高校生（実験経験なし）の結果に顕著な差異を確認することができた。VRコンテンツ（ゴーグル版）で事前学習を行ったグループⅠが最も点数が高く、VRコンテンツ（PC版）で事前学習を行ったグループⅡが続き、いずれも事前学習なしのグループⅢの成績を上回る結果となった。評価項目の中でも特に「実験操作手順の理解」でその差が顕著に確認できる。高校生（実験経験なし）について、グループⅠの理解度が高く、グループⅡはそれに準ずる結果となった。

これらの結果から、特に実験操作手順の学習などにおいて、本事業で開発したVRトレーニングコンテンツやeラーニングコンテンツなどの有効性を確認することができた。またその中でも、VRゴーグルを使用したVRトレーニングコンテンツが特に有効性が高い事が見て取れる。またその従たるコンテンツであるパソコン版でも、一定の学習理解を促進する効果を期待できることを確認できた。

講座終了後に実施したアンケート調査では、VRトレーニング（ゴーグル版）によって、実験の流れについて理解が深まったかという質問に対し、「とても理解が深まった」「まあまあ理解が深まった」という回答が9割であった。VRトレーニング（PC版）に対しても、ほぼ全員が「とても理解が深まった」「まあまあ理解が深まった」と回答した。またゴーグル版・PC版共に、学習内容に満足できたかという質問には、ほぼ全員が「とても満足できた」「まあまあ満足できた」と回答している。これらの受講者アンケート調査結果からも、定性分析VRトレーニングコンテンツの有効性を確認できた。

講義映像については、グループⅠⅡが視聴してアンケートに回答した。その集計結果を見ると、学習内容を理解できたかという質問には、「よく理解できた」「まあまあ理解でき

た」が 8 割、学習内容に満足できたかという質問には、「とても満足できた」「まあまあ満足できた」が 9 割という結果になった。また実験実習が終了した後に実施したアンケートでは、e ラーニングの学習は役立ったかという質問に対し、9 割が「大いに役立った」「まあまあ役立った」と回答している。また今回の講義映像ではアバターを活用したものを採用したが、キャラクターアバターが講義するコンテンツは親しみやすく感じたかという質問には、「そう思う」「ややそう思う」という回答が 7 割だった。これらの結果から、定性分析 e ラーニングコンテンツも一定以上の教育効果を期待できると考えられる。

また VR トレーニングコンテンツについては、令和 4 年度の中和滴定実験のコンテンツ群を活用した実証講座で操作方法の難易度や VR 酔いに関する問題が指摘されていた。

VR トレーニングの操作方法については今年度、VR 機器の基本的な操作方法を短時間で学習できるチュートリアルコンテンツを開発したほか、体験時間を短縮するためにコンテンツの内容を絞り込んだことで操作の難度を下げることができた。VR 機器に触れた経験のある学生がほぼいなかったため、実証講座の際にはやはり機器操作に苦勞する声も聞かれたが、アンケート調査結果では 3 割ほどが「特に問題なかった」と回答し、「すこし難しかった」は 6 割ほどで、「とても難しかった」という回答は 1 割ほどであった。昨年度の結果と比較すると、継続的に運用すれば学生が VR 機器に慣れていくということを踏まえれば、今年度の結果からは概ね操作難度の問題は解消されたと考える。

また VR 酔いの問題に関しては、体験時間を大幅に削減して長くても 3 分程で 1 コンテンツを完了するようにしたこと、運用時に適宜休息を入れるように指導したことで、今年度は全体のうち 2,3 名が軽い酔いの症状を訴える程度に留まった。令和 4 年度の実証講座では半数以上が VR 酔いを感じたとフィードバックしていたことを踏まえれば、対策は十分に効果を発揮したと考える。

5. メタバース実施検証

5.1. 実施概要

令和4年度までの開発成果である中和滴定 VR トレーニングコンテンツについて、今年度は VR 学習の課題解消と発展的な活用を目指して、メタバース機能の拡張開発を行った。この開発成果を活用して、教員2名と学生7名の協力を得て、中和滴定 VR トレーニングコンテンツのメタバース機能の実施検証を行うこととした。

メタバース機能が実装された中和滴定 VR トレーニングコンテンツ等を、本校（日本分析化学専門学校）の指導教員および在校生に試用させ、利用に伴う運用課題、使いやすさ、内容構成の有効性・妥当性等に関するフィードバックを得ることとした。なお、参加した教員と在校生計9名のうち、教員1名と学生1名を除く7名は実証講座の参加者であり、定性分析 VR トレーニングコンテンツで VR ゴーグルの利用実績がある教員・学生である。

実施概要は下表の通りである。

開催日時	1/25（水）15:00～16:00
会場	日本分析化学専門学校
参加者	・日本分析化学専門学校 在校生 7名 ・日本分析化学専門学校 教員 2名 計9名
使用機器等	・VR 端末 : Meta Quest 2（Oculus Quest 2）1台／人 ・VR コンテンツ：中和滴定実験VRトレーニングコンテンツ（メタバース）
講座内容	計60分 ・VR 機器操作説明・コンテンツ説明 10分 ・中和滴定 VR トレーニングコンテンツ（メタバース）体験 40分 ・体験後アンケート 10分
評価方法	・VR コンテンツ体験後アンケート

5.2. 実施結果

5.2.1. 実施の様子

VR トレーニングでの学習の様子



VR 空間内で教員が学生に指導をする様子



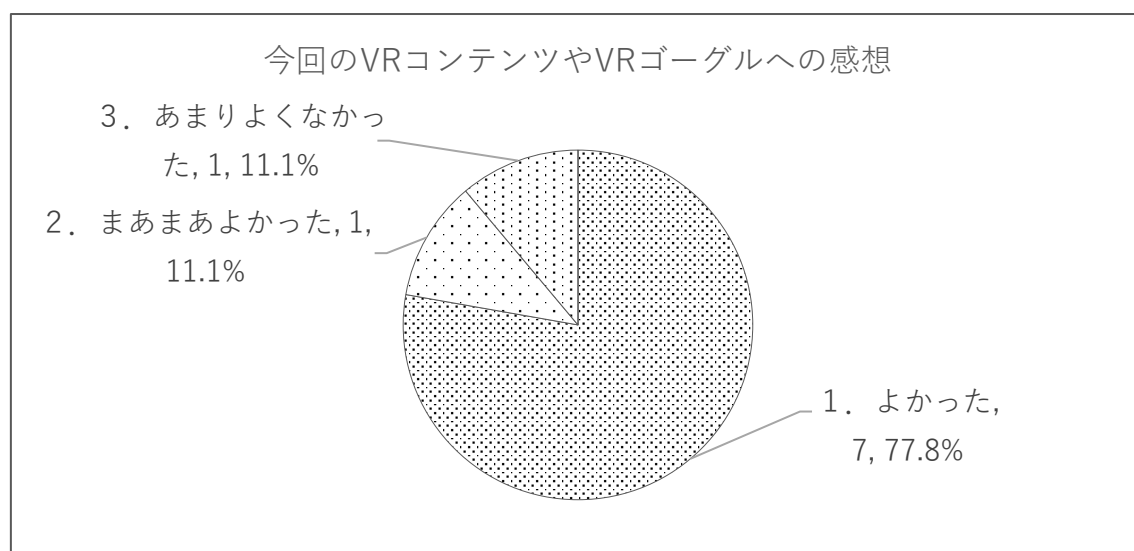
5.2.2. 体験後アンケート調査結果

試用検証に参加した学生・教員に対し、主に以下の 3 項目について、検証終了後、自由記述形式のアンケート調査を実施した。

- ① VR コンテンツや VR 端末を体験した感想について
- ② VR 空間内でのアバターでのコミュニケーションについて
- ③ 体験した VR コンテンツの活用方法のアイデアや改善点について
- ④ 今後の VR コンテンツ等の開発方針へのアイデア等について

試用検証に参加した学生・教員から寄せられた意見について、以下に記載する。

(1) 今回の VR コンテンツや VR ゴーグルの体験はいかがでしたか。率直な感想を選択肢から選んで、具体的な内容を記入してください。



	回答者	%
1. よかった	7	77.8%
2. まあまあよかった	1	11.1%
3. あまりよくなかった	1	11.1%
4. よくなかった	0	0.0%
総計	9	

<自由記述>

(学生)

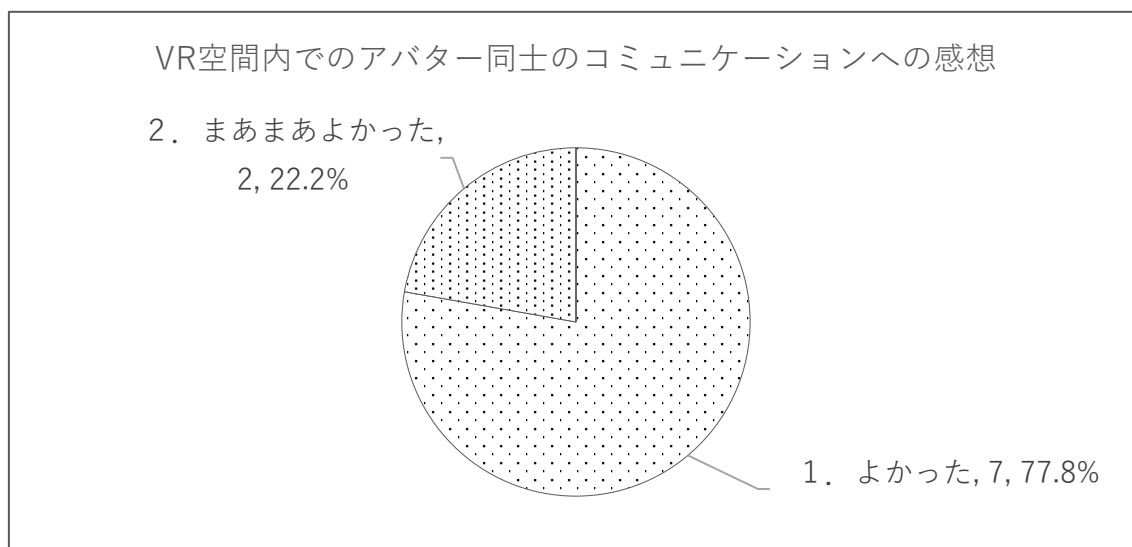
- ・とても楽しかったです！
- ・ゲームみたいで楽しかったです。

- ・ゲームのようで楽しかったです。もう 40 分も経ったのかと思いました。
- ・バグなどで進行が難しかったが、楽しく実験を学べるいいコンテンツだと感じた。
- ・これをすればある程度の実験工程を覚えることが出来ると思った。
- ・試薬をはかる場面では、近い値だったら大目にみてほしい。0.0003g あわなくて何度もやりなおした。

(教員)

- ・操作に慣れれば、スムーズに実験者の中に入っていけて、よく見ることができました。
- ・面白かったです。初めて体験させていただきましたが、慣れてくると夢中になります。

(2) VR 空間内でのアバター同士でのコミュニケーションはいかがでしたか。率直な感想を選択肢から選んで、具体的な内容を記入してください。



	回答者	%
1. よかった	7	77.8%
2. まあまあよかった	2	22.2%
3. あまりよくなかった	0	0.0%
4. よくなかった	0	0.0%
総計	9	

<自由記述>

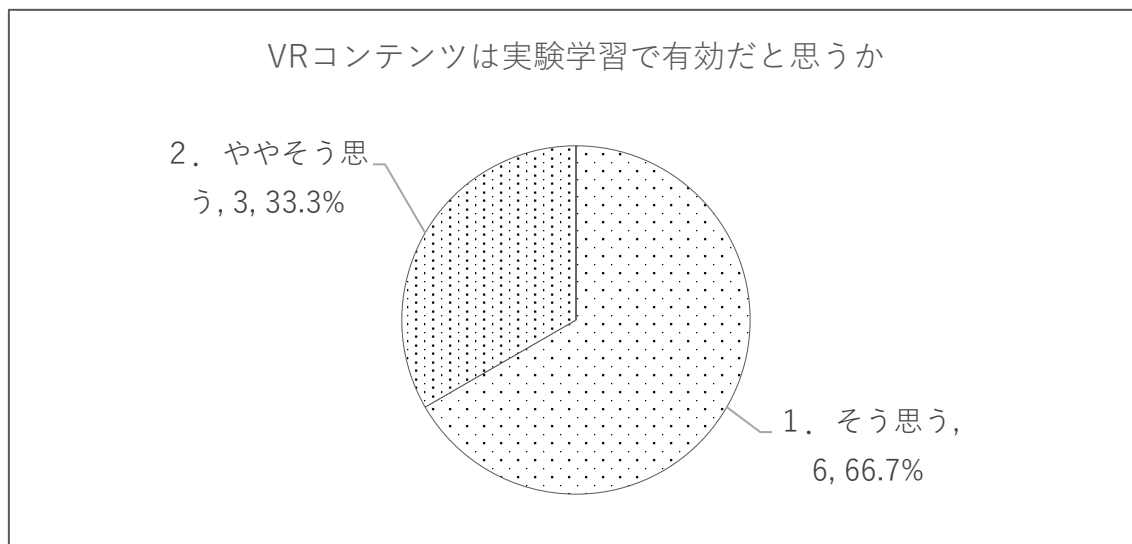
(学生)

- ・前に人がいるという感覚がありました。
- ・かわいい先生の指導がおもしろかったです。
- ・先生がアドバイスしてくれるのが良かった。
- ・VR 空間内でコミュニケーションがとれることによって分からないところもやってもらえるところが良いと思った。
- ・自分の行動を外からみることができるのは面白かった。実際の実験も複数人でやるので、よりリアルだった。
- ・もし先生がログインされたときは、通知があるとわかりやすいと思います。(でも今のままでもいいと思います)

(教員)

- ・リアルタイムで実験者の困っている点を指導できた。
- ・コミュニケーションもとれて良かったです。

- (3) 今回の VR コンテンツや VR ゴーグルの体験に基づき、VR コンテンツは実験学習で有効だと思いますか。また良い点・悪い点などについて気付いたことや考えを記入してください。



	回答者	%
1. そう思う	6	66.7%
2. ややそう思う	3	33.3%
3. あまりそう思わない	0	0.0%
4. そう思わない	0	0.0%
総計	9	

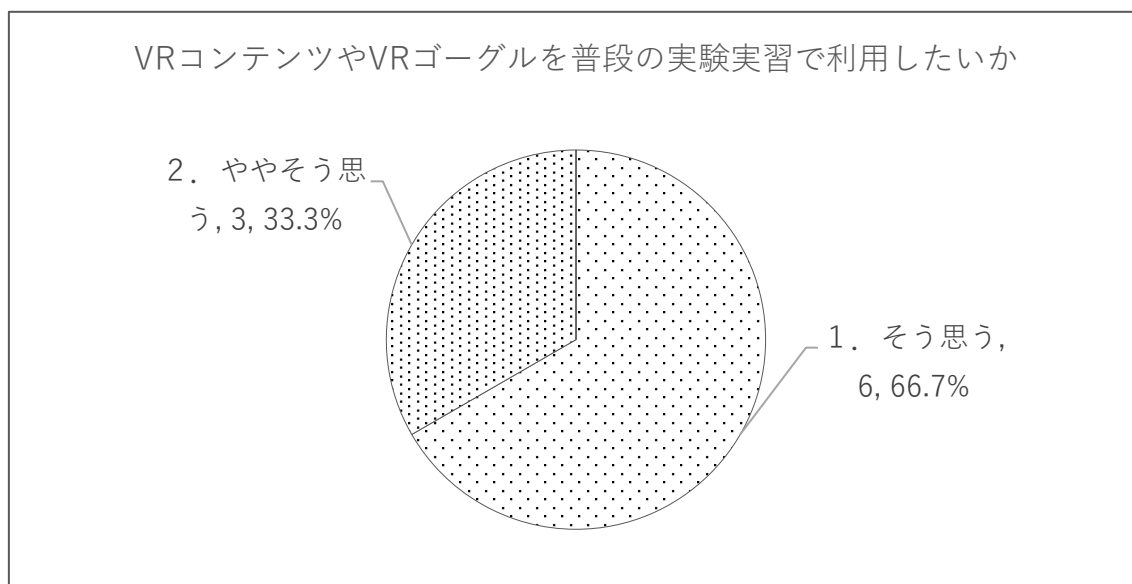
<自由記述>

(学生)

- ・ 良い点：VRがあれば実験の流れを具体的に知ることができると思います。 悪い点：精密天秤は、一度入れた後に値が動くため、一度扉を閉めて値を確認する動作を入れたほうが良いと思います。
- ・ 体を動かすことで、紙をみているよりも楽しく学ぶことができる。
- ・ 実際の実験とは違うけど、工程を覚える意味ではとても良いと思う。
- ・ ゲーム感覚で楽しく操作、実験できました。器具の名称が吹き出しで表示されているのが邪魔と感じました。操作を説明してくれる安心感、やり直しができる安心感がありました。
- ・ バグが多いですが、直していけば楽しく学べそうだと思います。
- ・ バグなどで特定のオブジェクトしか持てないのが問題点で、それ以外はそんなに気にならなかった。

- ・ 精密天秤の扉の開閉の反応があまり良くなかった
(教員)
- ・ 一連の操作を楽しく学べると思いました。
- ・ コントローラーの使い方に慣れていけばうまく活用できると思います。

(4) VR コンテンツや VR ゴーグルを普段の実験学習等で利用したいと思いますか。また利用を想定したとき、気になることや懸念などがあれば記入してください。



	回答者	%
1. そう思う	6	66.7%
2. ややそう思う	3	33.3%
3. あまりそう思わない	0	0.0%
4. そう思わない	0	0.0%
総計	9	

<自由記述>

(学生)

- ・ 楽しく学ぶことができるが、疲れる。
- ・ 眼鏡を入れるスペースとバグが改善されれば普段使いしてもいいと思った。機器分析なんかできたらいいなと思った。
- ・ 判定がシビアで時間が長くなってしまった。
- ・ ・ VR の使用方法がわからないときがあったので、確認できるマニュアルみたいなものを机の上かどこかに置いてほしいです。・ 天秤のボタンを押したり扉を開くのが難しかったので、ボタンを押したら選択肢が出てきて、そこから選べるようにしてほしいです。・ 棚が欲しいです。難易度が低いものは、使用しない道具を非表示にしてもいいと思います。
- ・ ゴーグルを外した後にわかったのですが、手や物の距離感がおかしくなるので、私生活に影響がないかが心配です。

- ・ 操作に慣れておらず、時間がかかりましたが、またやってみたいです。あっという間に時間が過ぎたので、VR ゴーグルだけで学習するとなると時間がかかりすぎるかも…。実験台の上にたくさんの器具があり、使用した器具と使用していないものの区別がつきにくかったので、未使用のものはケースなどに入っていたりすると良かったです。とても貴重な体験になりました。ありがとうございました。

(教員)

- ・ 「VR 酔い」が起こり、実施する時間に制限が出てこざるを得ない。
- ・ 電子天秤の両サイドの扉を開閉する際など細かい操作に苦戦している様子だったので、細かい操作を容易にできるようにすれば利用したいと思います。

5.3. 実施結果まとめ

今年度開発した中和滴定 VR トレーニングコンテンツのメタバース機能の実施検証に際し、日本分析化学専門学校の教員 2 名と学生 7 名の協力を得た。

運用に関して、今年度開発したメタバース機能には概ね問題は発生せず、想定通りの動作を確認できた。各学生が VR 実験室で中和滴定実験を進める様子を教員が確認し、アバターを介してコミュニケーションをしながら指導することができた。

今回の実施検証では、参加者全員がネットワーク回線に接続した端末を利用し、リアルタイム通信を行う必要があったため、ネットワーク回線を一時的に強化したほか、参加人数を限定するという対応を行った。これによりネットワークトラブルは発生しなかったが、同時利用人数を増やしたり、既存のネットワーク回線を利用したりする際には、ネットワークの安定性が懸案として残ることに留意する必要がある

アンケート調査結果をみると、全員がアバターでのコミュニケーションを「よかった」「まあまあよかった」と回答しており、VR 空間内でのアバターを介したコミュニケーションは参加者から高い評価を受けたことが見てとれる。コミュニケーションで比較的容易に疑問を解消できること、教員から具体的に指導を受けられることなどが評価されたようである。この結果から、学習進捗状況の管理や指導の実現というメタバース機能の拡張開発の目的は達せられたと考える。

VR コンテンツと端末に関する参加者の感想は全体的に肯定的で、特に VR の没入感と実験内容の楽しさが強調された。VR を通じて「実験をゲームのように楽しめた」と評価され、実験の流れへの理解度向上や学習へのモチベーション向上に寄与するとの意見が目立った。一方で操作難度の高さや複雑さ等を指摘する意見も目立った。これについては昨年度の実証講座でも同様の指摘を受けており、実運用段階では改善されることが望ましい。