

4. 実証講座

4.1. 実施概要

4.1.1. 講座趣旨

今年度開発した「中和滴定実験」を題材とする VR トレーニングコンテンツや e ラーニングコンテンツについて、その有効性や妥当性を検証することを目的として、中和滴定実験の学習経験のある専門学校生、および中和滴定実験の学習経験のない高校生を対象に、これらの教育コンテンツや教育環境を実際に運用する形で実証講座を実施した。

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学生 14 名と大阪高等学校 1 年生 8 名との計 22 名の受講者を、以下の 2 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。

【グループⅠ】 専門学校生 7 名 + 高校生 4 名

e ラーニング教材と VR 教材で事前学習を行った後、中和滴定実験実習を行うグループ

【グループⅡ】 専門学校生 7 名 + 高校生 4 名

基本的に事前学習をせずに、中和滴定実験実習を行うグループ

※事前配布したテキスト等で任意に自主学習

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）】

- ・ 中和滴定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、中和滴定実験の復習という位置づけ

【高校生（大阪高等学校）】

- ・ 中和滴定実験の学習経験なし
- ・ 他の実験指導の受講経験も少ない
- ・ 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 12/19~12/20】

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
	10:50	評価試験の実施	各自のスマートフォン等で CBT を実施
	11:00	移動・休憩	
	11:10	VR 説明	VR 機器の操作方法の説明
	11:20	VR 学習	VR トレーニングコンテンツで自習
	12:20	アンケート記入	
12/20	9:10	点呼・実験室の説明	
	9:30	実験開始	学生 4 名に 1 名の講師が付き、 実験中の操作を評価
	12:30 (13:00)	実験終了	実験は 12:30 を標準時間として、 最大 13:00 までの 3 時間 30 分で実施
	14:30	アンケート記入	

【グループⅡ 12/20】

日程	時間	項目	実施内容
12/20	9:10	点呼・実験室の説明	
	9:30	実験開始	学生 4 名に 1 名の講師が付き、 実験中の操作を評価
	12:30 (13:00)	実験終了	実験は 12:30 を標準時間として、 最大 13:00 までの 3 時間 30 分で実施する
	12:40	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 トレーニングコンテンツで自習
	14:30	アンケート記入	

4.1.5. 実験実習の学習項目

本講座で題材とした中和滴定実験の主な学習項目は以下の通りである。

1. 試薬の調整	①シュウ酸水溶液 精密天秤の使い方、はかり取り量の記録、メスアップ、共洗い
----------	--

	②水酸化ナトリウム水溶液 天秤の使い方、試薬の溶解、メスシリンダーでの溶液量の調製 ③濃度未知試料（食酢） ホールピペットの使い方、共洗い、メスアップ
2. 中和滴定	①シュウ酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液での中和滴定（水酸化ナトリウム水溶液の標定） ②濃度未知試料と水酸化ナトリウム水溶液での中和滴定（濃度未知試料の濃度を求める）ビュレットの使い方（垂直に設置、先端の空気抜き、スタート時のゼロ合わせ）、ホールピペットの使い方、共洗い、コニカルビーカーへの溶液準備

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 トレーニングの様子①



VR トレーニングの様子②



VR トレーニングの様子③



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

(1) 評価の観点

以下の4項目（滴定結果、実験時間、実験操作、合計点）の観点で評価を行った。

項目	点数	観点
滴定結果	20 点	・ 中和滴定の精密性（滴定値のばらつき） ・ 中和滴定の正確性（滴定から得られる結果のばらつき）
実験時間	10 点	・ 実験時間を 3 時間として実施 ・ 設定時間より超過した場合は、減点対象とする
実験操作	各 3 点 × 5 項目	・ 試薬の計り取り方、ホールピペットの使い方、メスフラスコの使い方、ビュレットの使い方、滴定操作
合計点	45 点	

(2) 評価結果の要旨

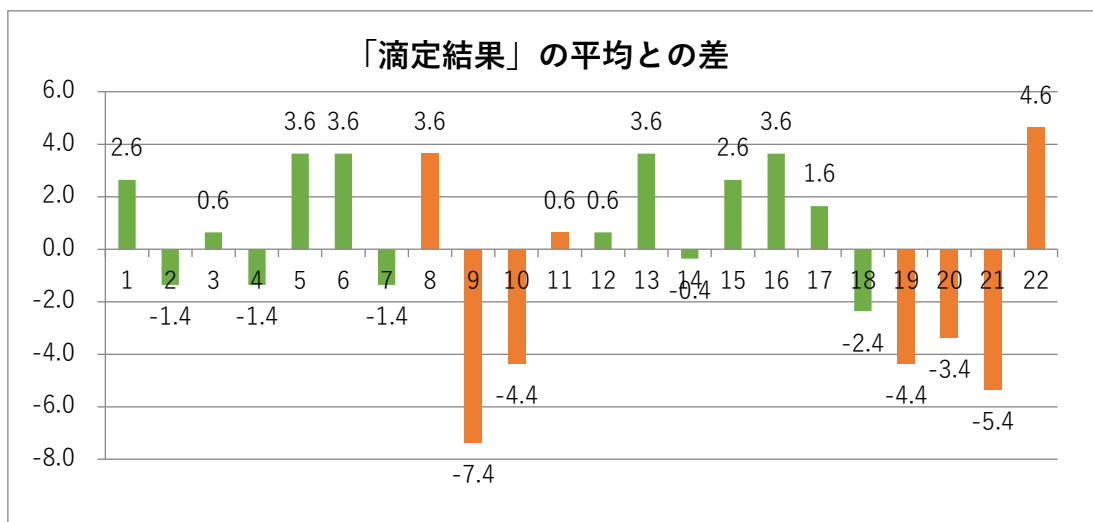
「滴定結果」では、グループⅠとⅡに大きな差は見られなかった。しかし、対象者別で見ると、実験（中和滴定）を行ったことのなかった高校生の評価は、「実験操作」の項目で顕著に差が表れ、事前学習を行ったグループⅠの成績が上回っていた。さらに、高校生の結果を詳細に見ると、事前学習していないグループⅡでも滴定結果の評価が良かった生徒（No22）もいるが、「実験操作」での評価では4名全員が平均を下回っており、事前学習をしたグループⅠの生徒との差が特に大きく開く評価となっていた。高校生にとっては、初めての実験操作であったため、事前学習の効果が特に現れたポイントであると考ええる。これらの結果として、「合計点」での評価では、特に高校生に関し、グループⅠの成績がグループⅡの成績を上回る結果となった。

また日本分析化学専門学校の学生については、各項目で大きな差は認められなかった。これは、既に行ったことのある中和滴定の実験であったことで、事前学習効果の差がこの評価では表れにくかったと考える。

実験時間の評価は、設定した3時間を超えなければ減点しないという方法で評価した。このため、今回の実験実習に参加した全員が3時間以内に終了したため、減点された者はいなかった。しかし、実際の実験時間を見ると、特に高校生のグループ間で違いが表れた。事前学習をしたグループⅠは時間を掛けて実験を行った一方、事前学習をしていないグループⅡは平均またはそれよりも早く実験を終えていた。これは、初めて取り組む実験操作に対し、事前学習が不十分な高校生は何から手を付けてよいかも分からない状態で実験を始めた。そのため、監督講師が最初から適時フォローに入り、実験はスムーズに進んだ。逆にグループⅠの学生は、初めてのリアルな実験に戸惑いもあり、講師からのフォローも行ったが、各自が考えてゆっくりでも取り組もうとした結果、時間を費やす結果になったと考える。

(3) 観点ごとの評価結果の分析

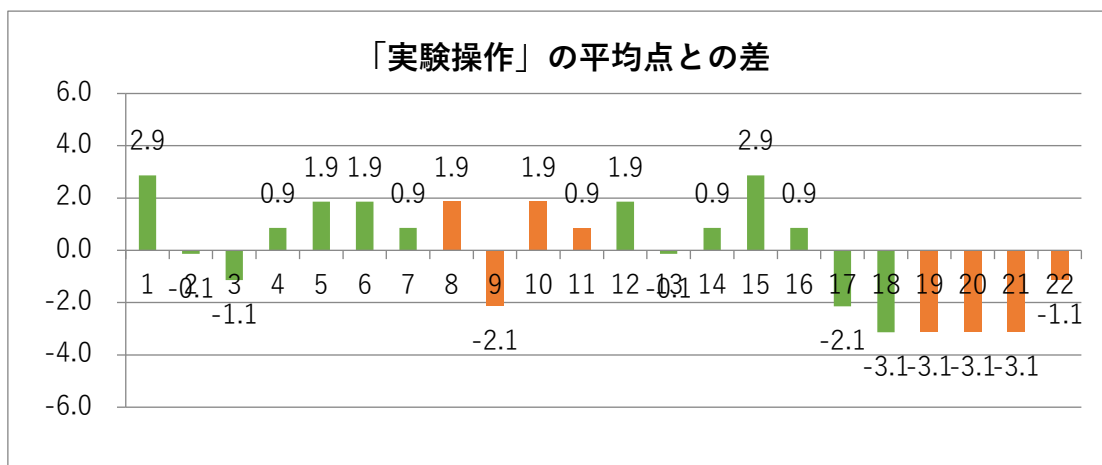
① 「滴定結果」に対する評価結果



- ・グループⅠ：No.1～11（うち、専門学校生 No.1～7 高校生 No.8～11）
- ・グループⅡ：No.12～22（うち、専門学校生 No.12～No.18 高校生 No.19～22）

「滴定結果」の成績では、グループⅠとグループⅡに大きな差は見られない。

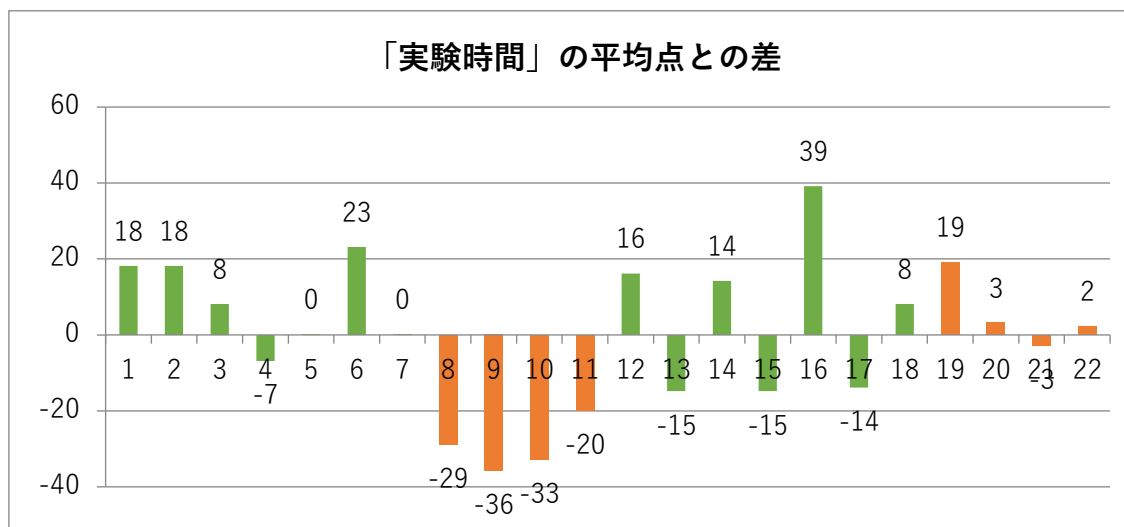
② 「実験操作」に対する評価結果



- ・グループⅠ：No.1～11（うち、専門学校生 No.1～7 高校生 No.8～11）
- ・グループⅡ：No.12～22（うち、専門学校生 No.12～No.18 高校生 No.19～22）

特に実験（中和滴定）を行ったことのなかった高校生の評価について、事前学習を行ったグループⅠの高校生（No.8～11）の成績が、事前学習を行っていないグループⅡの高校生（No.19～22）の成績を上回っている。

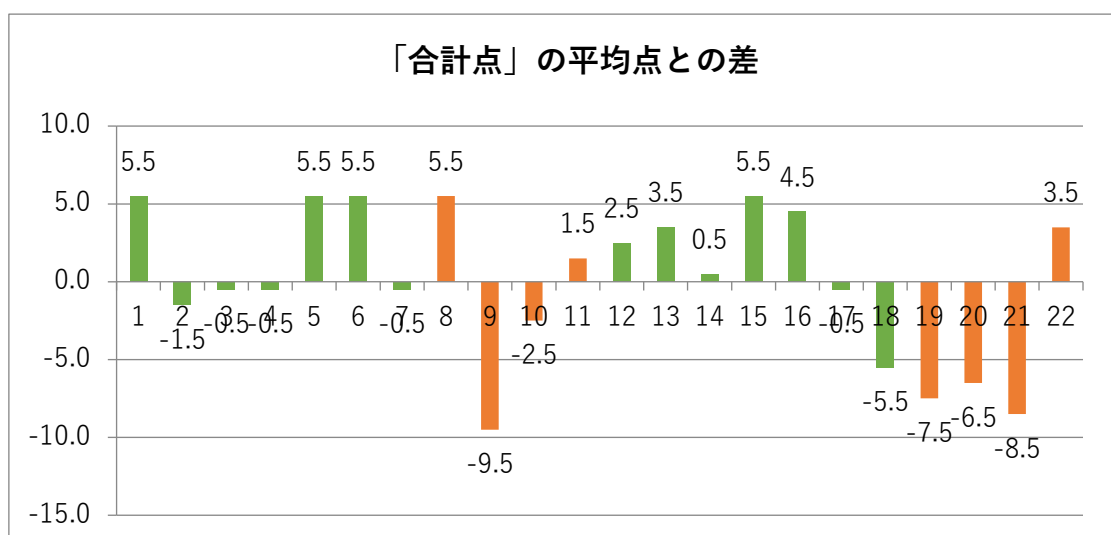
③ 「実験時間」に対する評価結果



- ・グループⅠ：No.1～11（うち、専門学校生 No.1～7 高校生 No.8～11）
- ・グループⅡ：No.12～22（うち、専門学校生 No.12～No.18 高校生 No.19～22）

特に高校生について、事前学習をしていないグループⅡに対し実験時、監督講師が比較的早期からフォローに入ったことから、実験をスムーズに終えた。

④ 「合計点」に対する評価結果



- ・グループⅠ：No.1～11（うち、専門学校生 No.1～7 高校生 No.8～11）
- ・グループⅡ：No.12～22（うち、専門学校生 No.12～No.18 高校生 No.19～22）

特に実験（中和滴定）を行ったことのなかった高校生の評価について、合計点についても、グループⅠ（No.8～11）の成績が、グループⅡ（No.19～22）の成績を上回っている。

(3) 評価結果の詳細

	No	学校名	滴定結果 (20 点)	平均 との差	実験時間 (10 点)	実験操作 (15 点)	平均 との差	合計 (45 点)	平均 との差	実験時間(分)	平均 との差
Ⅰ グループ	1	日本分析化学専門学校	18	2.6	10	14	2.9	42	5.5	100	18
	2	日本分析化学専門学校	14	-1.4	10	11	-0.1	35	-1.5	100	18
	3	日本分析化学専門学校	16	0.6	10	10	-1.1	36	-0.5	110	8
	4	日本分析化学専門学校	14	-1.4	10	12	0.9	36	-0.5	125	-7
	5	日本分析化学専門学校	19	3.6	10	13	1.9	42	5.5	118	0
	6	日本分析化学専門学校	19	3.6	10	13	1.9	42	5.5	95	23
	7	日本分析化学専門学校	14	-1.4	10	12	0.9	36	-0.5	118	0
	8	大阪高校	19	3.6	10	13	1.9	42	5.5	147	-29
	9	大阪高校	8	-7.4	10	9	-2.1	27	-9.5	154	-36
	10	大阪高校	11	-4.4	10	13	1.9	34	-2.5	151	-33
	11	大阪高校	16	0.6	10	12	0.9	38	1.5	138	-20
Ⅱ グループ	12	日本分析化学専門学校	16	0.6	10	13	1.9	39	2.5	102	16
	13	日本分析化学専門学校	19	3.6	10	11	-0.1	40	3.5	133	-15
	14	日本分析化学専門学校	15	-0.4	10	12	0.9	37	0.5	104	14
	15	日本分析化学専門学校	18	2.6	10	14	2.9	42	5.5	133	-15
	16	日本分析化学専門学校	19	3.6	10	12	0.9	41	4.5	79	39
	17	日本分析化学専門学校	17	1.6	10	9	-2.1	36	-0.5	132	-14
	18	日本分析化学専門学校	13	-2.4	10	8	-3.1	31	-5.5	110	8
	19	大阪高校	11	-4.4	10	8	-3.1	29	-7.5	99	19
	20	大阪高校	12	-3.4	10	8	-3.1	30	-6.5	115	3
	21	大阪高校	10	-5.4	10	8	-3.1	28	-8.5	121	-3
	22	大坂高校	20	4.6	10	10	-1.1	40	3.5	116	2
平均点			15.4		10	11.1		36.5		118	

4.3. 受講後アンケート調査結果

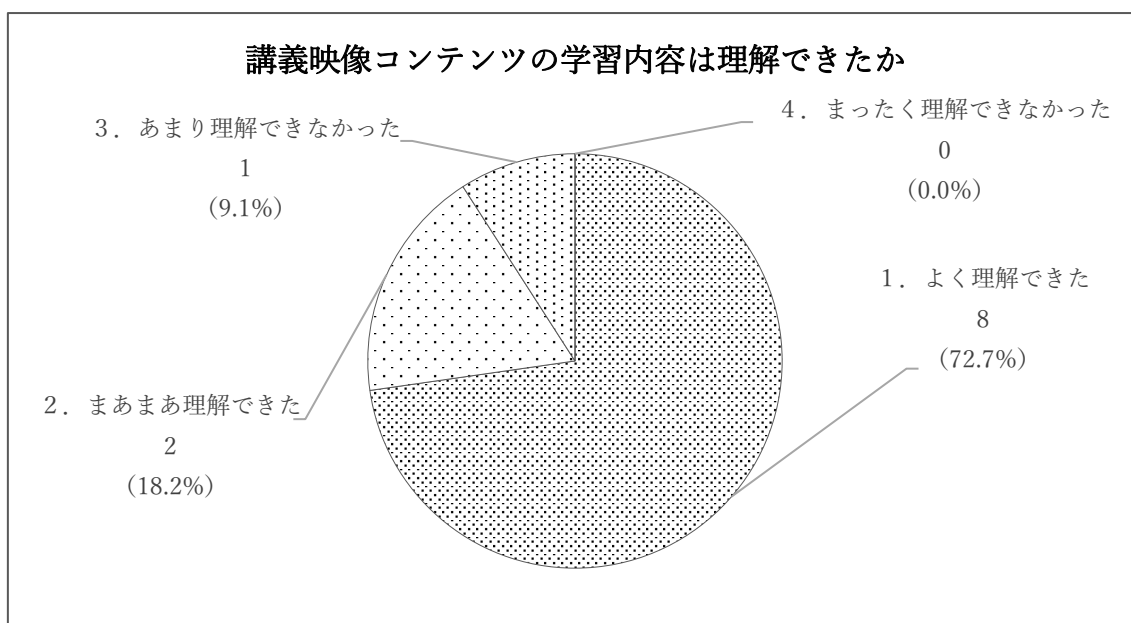
本講座では以下の3種の受講後アンケートを実施した。回答結果を以下に掲載する。

- ・グループⅠ 12/19 事前学習（VR 体験・eL 学習）受講後アンケート
- ・グループⅠ 12/20 実験実習 受講後アンケート
- ・グループⅡ 12/20 実験実習・VR 体験 受講後アンケート

4.3.1. グループⅠ 12/19 事前学習（VR 体験・eL 学習）受講後アンケート

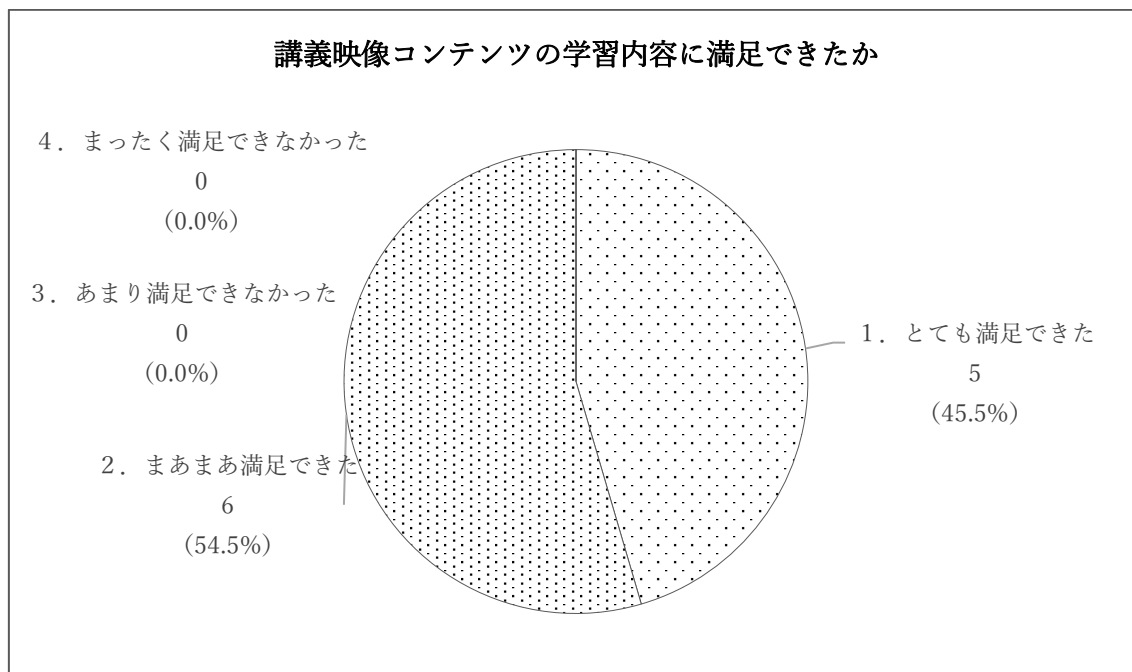
1. e ラーニング（講義映像コンテンツ）について

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。



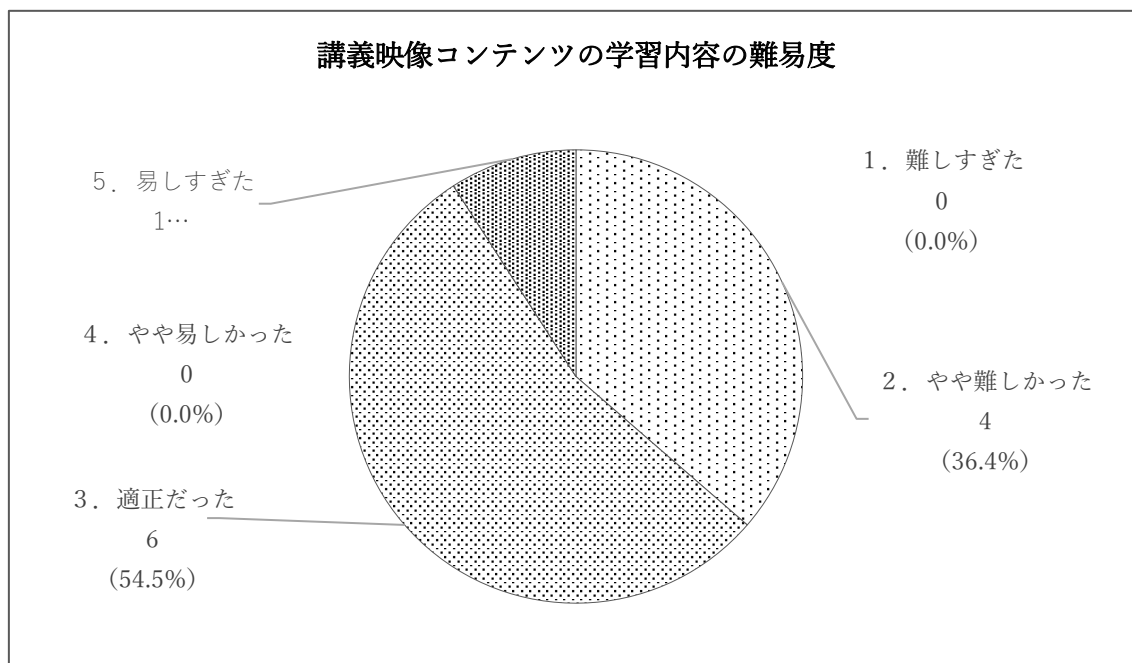
	回答者	%
1. よく理解できた	8	72.7%
2. まあまあ理解できた	2	18.2%
3. あまり理解できなかった	1	9.1%
4. まったく理解できなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



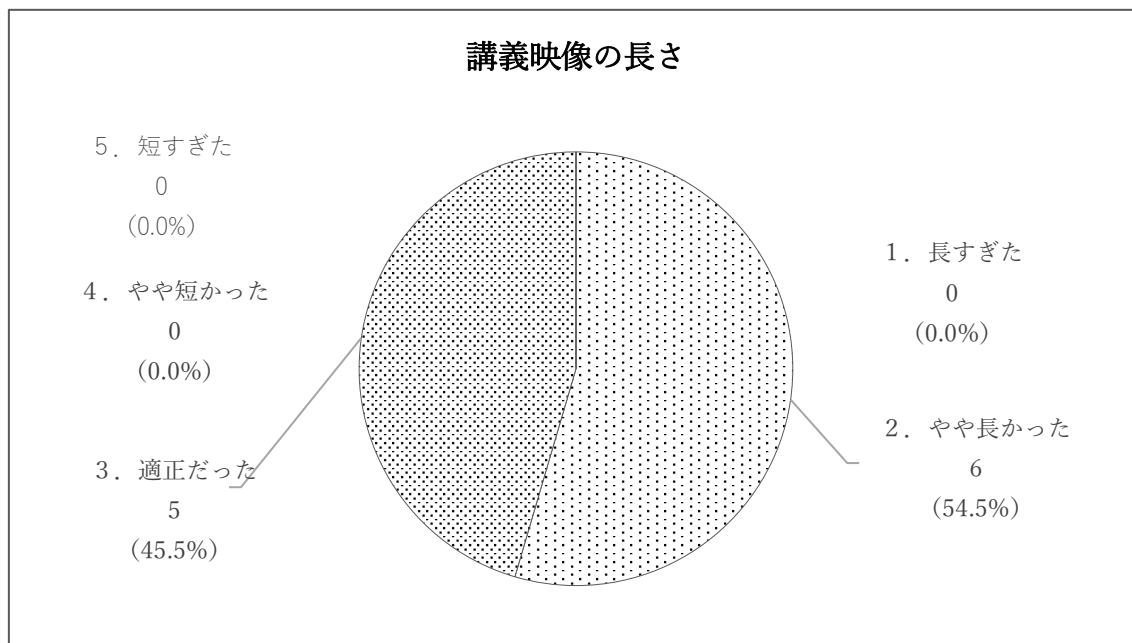
	回答者	%
1. とても満足できた	5	45.5%
2. まあまあ満足できた	6	54.5%
3. あまり満足できなかった	0	0.0%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

1-(3) 視聴した講義映像コンテンツの学習内容の難易度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。



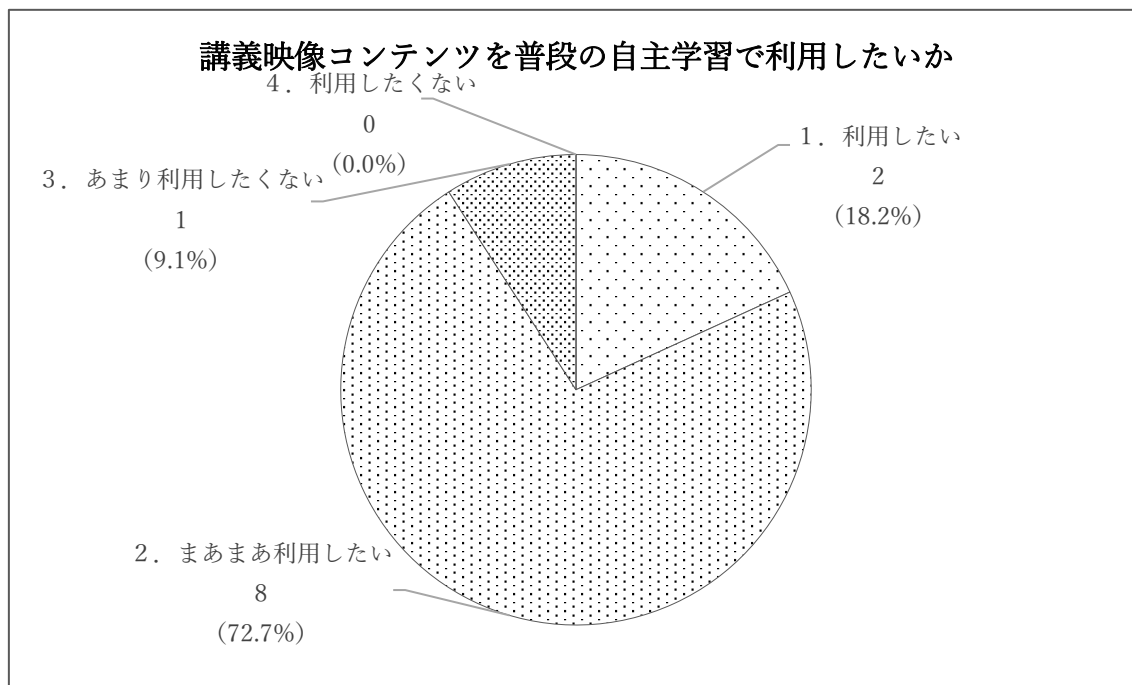
	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	4	36.4%
3. 適正だった	6	54.5%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	1	9.1%
総計	11	

1-(4) 今回の講義映像コンテンツは1本約 10 分～20 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	6	54.5%
3. 適正だった	5	45.5%
4. やや短かった	0	0.0%
5. 短すぎた	0	0.0%
総計	11	

1-(5) 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。



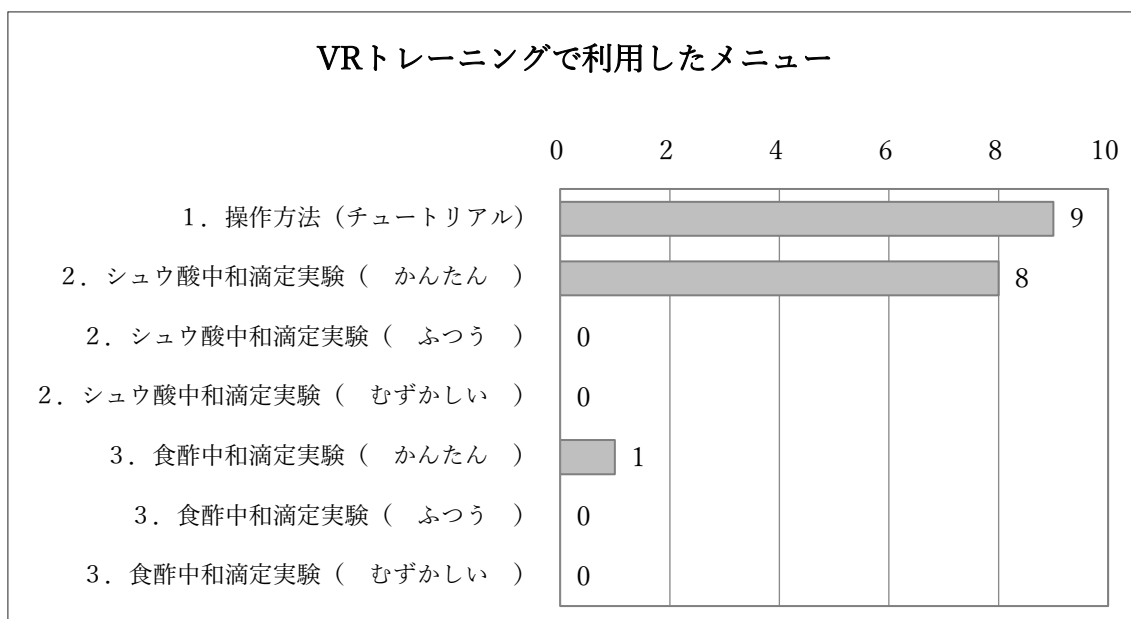
	回答者	%
1. 利用したい	2	18.2%
2. まあまあ利用したい	8	72.7%
3. あまり利用したくない	1	9.1%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	11	

1-(6) 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。

- ・ スクリーン説明だけでなく実際の映像もあってとてもわかりやすかったです
- ・ とてもわかりやすい説明でVRに役立てることができました。
- ・ とても分かりやすく理解が深まる内容だったが映像の時間が長いと感じた。
- ・ 実際の実験の様子が見ることのできる動画で、ビュレットの使い方を紹介する動画だと思うのですが、動画の時間がとても短かったので、もう少し長くてもよかったのかなと思いました。
- ・ メスアップの時、メスフラスコが高すぎるので、できれば机の上に置いてメスアップして欲しい
- ・ 中和滴定を行うお手本動画、手でコックが隠れてしまっているなので、できれば逆側から見たいです。
- ・ できれば、器具、使い方はカテゴリーごとに短い動画に分けていただけると本当にありがたいです。(大学も実験前に動画での予習があり、その時にありがたみを一番実感したのがコレです。後で見返す時に本当に便利なんです。見たいトピックだけピンポイントに見られる感じ。)

2. VR トレーニングについて

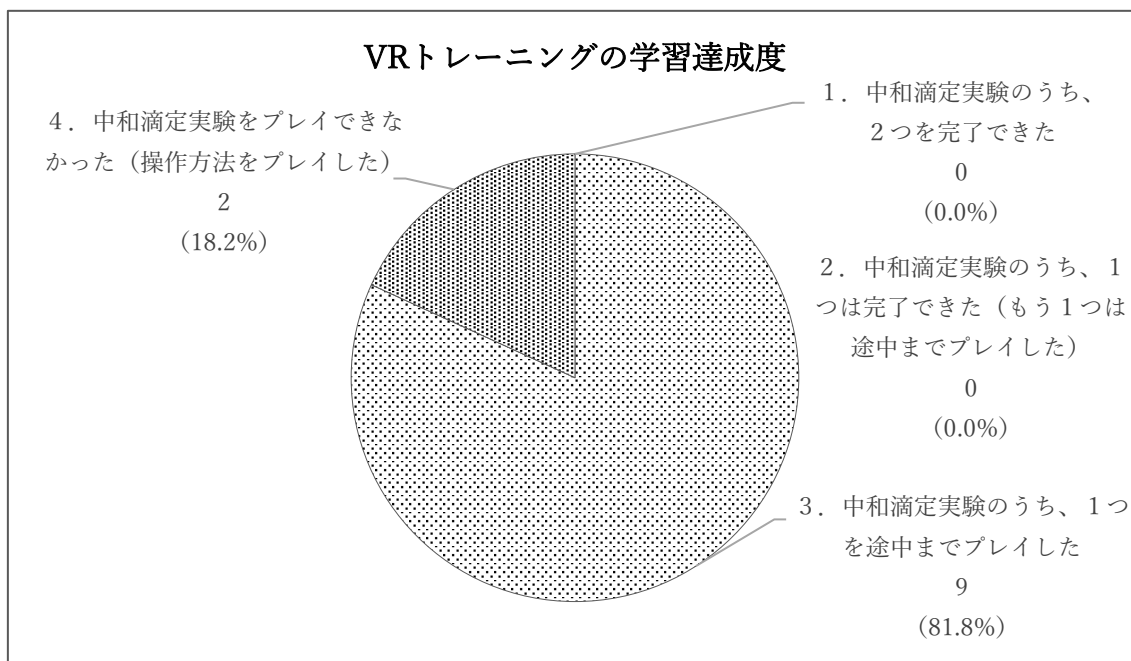
2-(1) VR トレーニングで利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。



(複数回答)

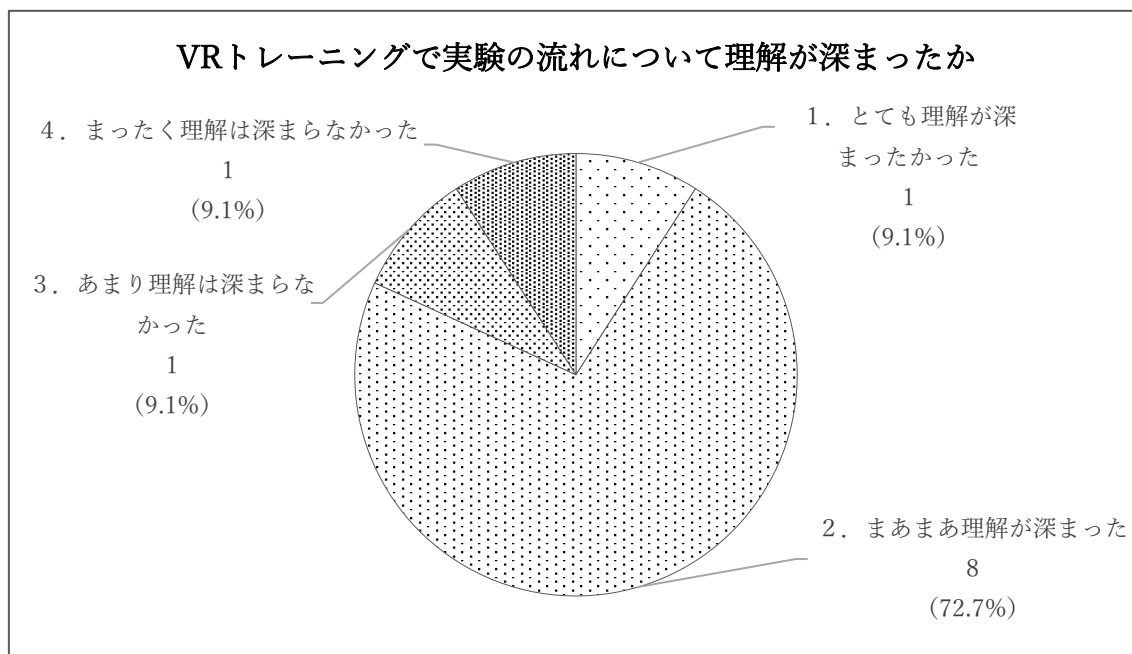
回答	
1. 操作方法 (チュートリアル)	9
2. シュウ酸中和滴定実験 (かんたん)	8
2. シュウ酸中和滴定実験 (ふつう)	0
2. シュウ酸中和滴定実験 (むずかしい)	0
3. 食酢中和滴定実験 (かんたん)	1
3. 食酢中和滴定実験 (ふつう)	0
3. 食酢中和滴定実験 (むずかしい)	0
総計	18

2-(2) VR トレーニングの学習はどの程度まで進めることができましたか。学習達成度として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



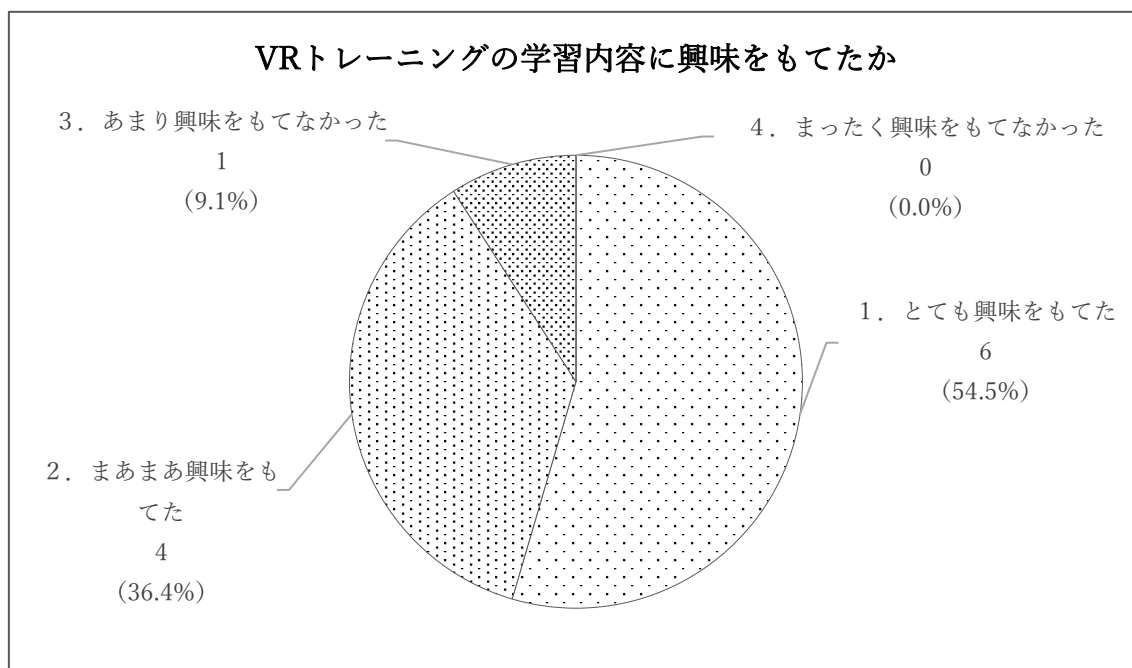
	回答者	%
1. 中和滴定実験のうち、2 つを完了できた	0	0.0%
2. 中和滴定実験のうち、1 つは完了できた（もう	0	0.0%
3. 中和滴定実験のうち、1 つを途中までプレイし	9	81.8%
4. 中和滴定実験をプレイできなかった（操作方法	2	18.2%
総計	11	

2-(3) VR トレーニングによって、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。



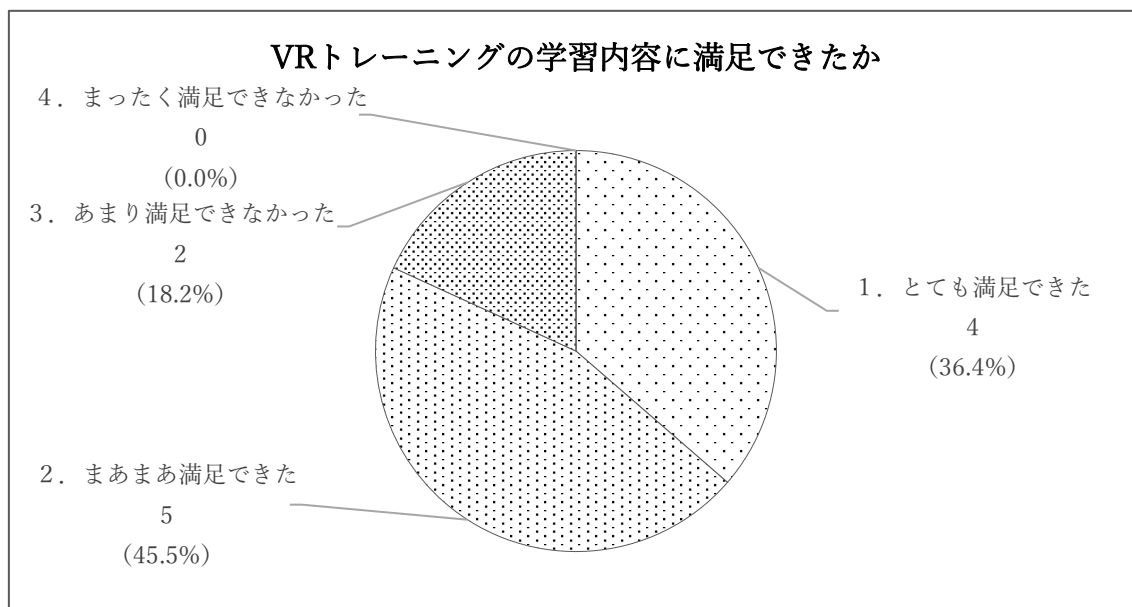
	回答者	%
1. とっても理解が深まったかった	1	9.1%
2. まあまあ理解が深まった	8	72.7%
3. あまり理解は深まらなかった	1	9.1%
4. まったく理解は深まらなかった	1	9.1%
総計	11	

2-(4) VRトレーニングの学習内容に興味をもてましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



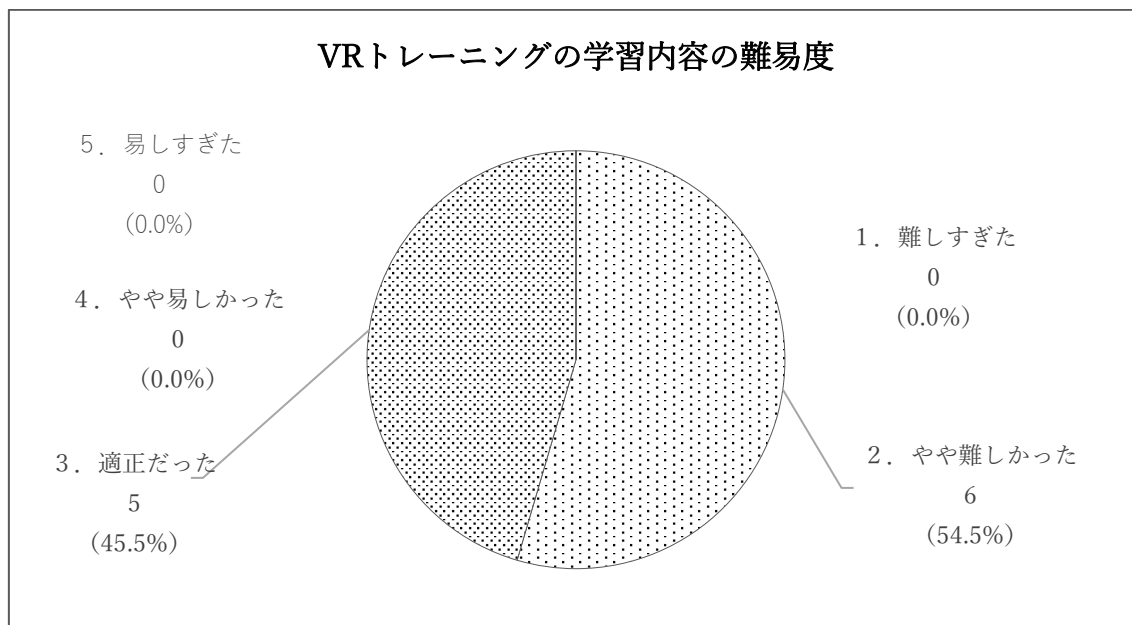
	回答者	%
1. とても興味をもてた	6	54.5%
2. まあまあ興味をもてた	4	36.4%
3. あまり興味をもてなかった	1	9.1%
4. まったく興味をもてなかった	0	0.0%
総計	11	

2-(5) VRトレーニング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。



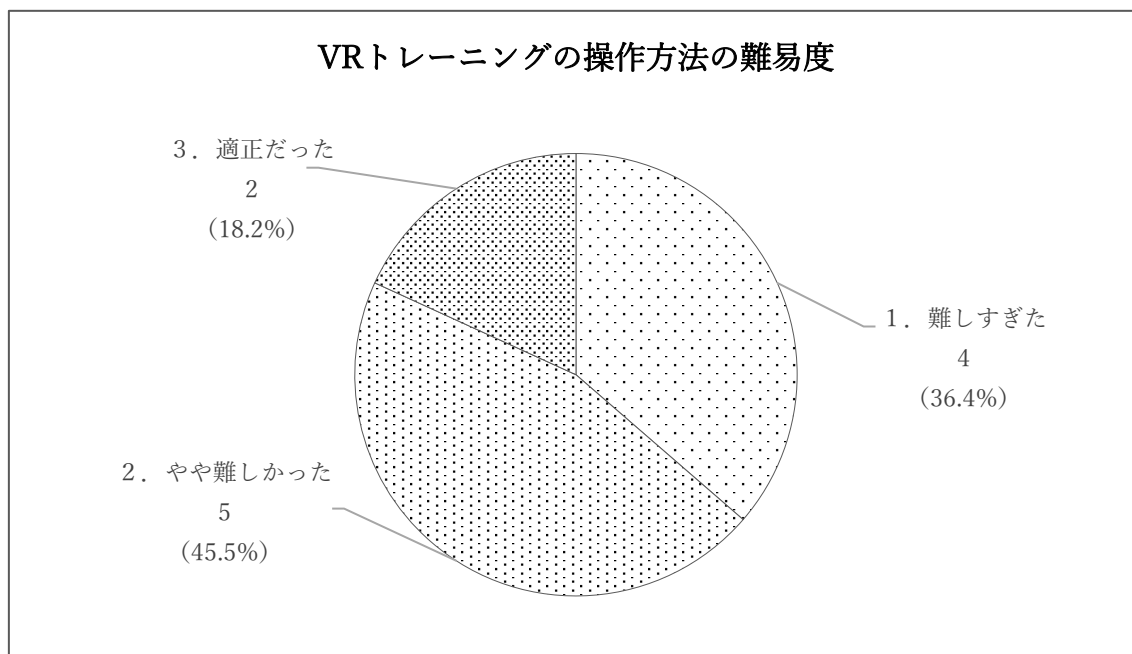
	回答者	%
1. とても満足できた	4	36.4%
2. まあまあ満足できた	5	45.5%
3. あまり満足できなかった	2	18.2%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

2-(6) VR トレーニング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。



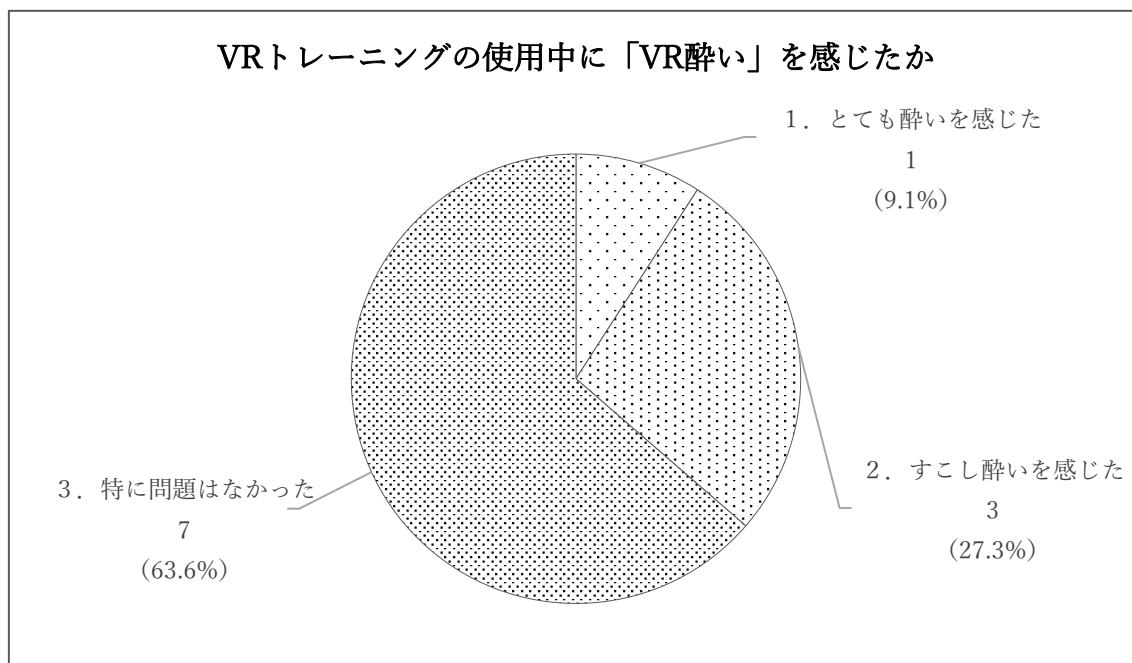
	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	6	54.5%
3. 適正だった	5	45.5%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	11	

2-(7) VRトレーニング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。



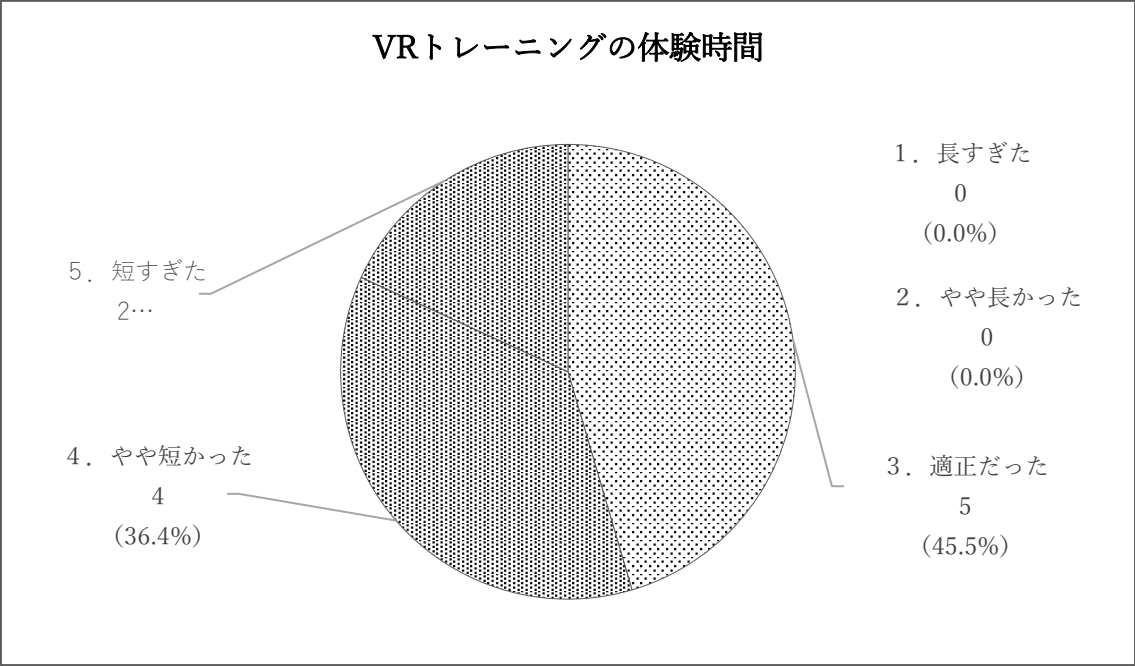
	回答者	%
1. 難しすぎた	4	36.4%
2. やや難しかった	5	45.5%
3. 適正だった	2	18.2%
総計	11	

2-(8) VR トレーニングの使用中に「VR 酔い」を感じましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



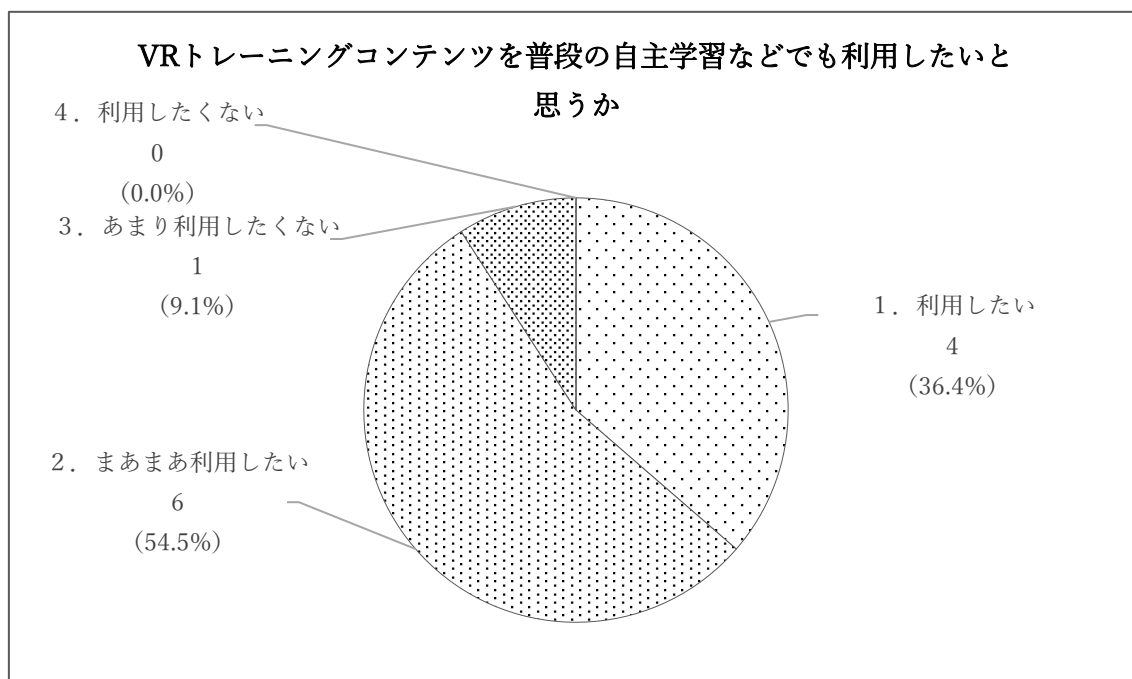
	回答者	%
1. とても酔いを感じた	1	9.1%
2. すこし酔いを感じた	3	27.3%
3. 特に問題はなかった	7	63.6%
総計	11	

2-(9) 今回の VR トレーニングは 1 実験あたり体験時間を約 10~15 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	5	45.5%
4. やや短かった	4	36.4%
5. 短すぎた	2	18.2%
総計	11	

2-(10) 今回のような VR トレーニング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	36.4%
2. まあまあ利用したい	6	54.5%
3. あまり利用したくない	1	9.1%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	11	

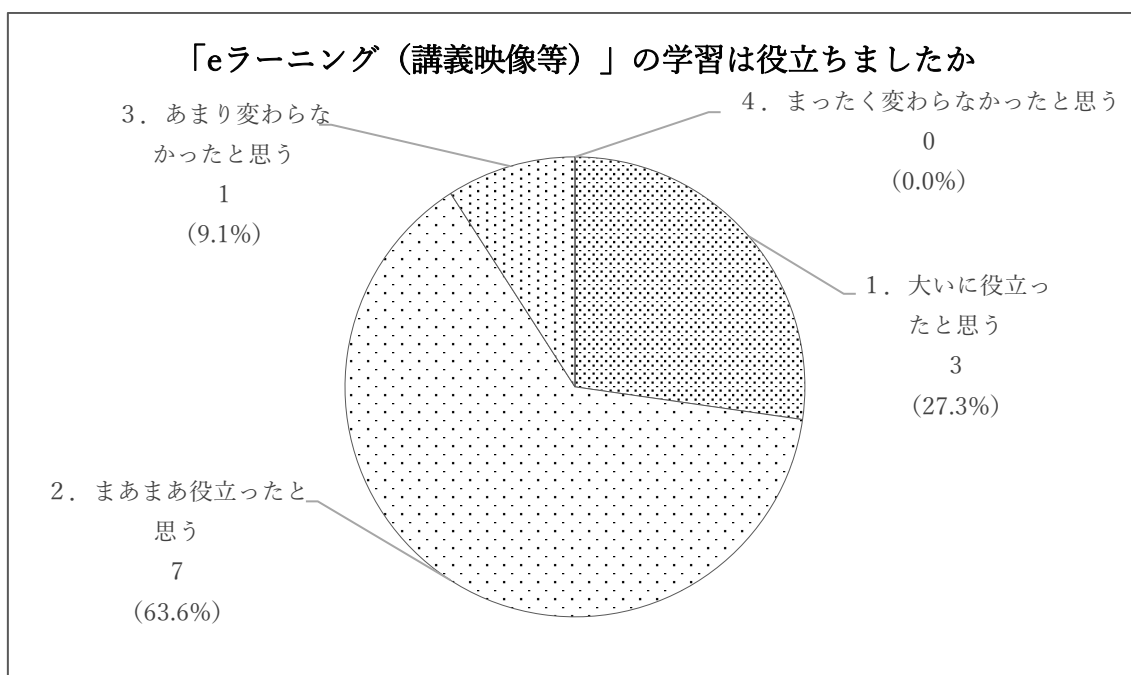
2-(11)VR トレーニングコンテンツに関するご意見・ご感想などあればご記入ください。

- ・ 普段こういう体験をさせてもらえることはないので、貴重な体験が出来てよかったです。VR 自体始めてだったので、こんな感じなんだと思えて良かったです。
- ・ 映像もとてもわかりやすく、困っていたらとても丁寧に教えてくれて良かったです
- ・ 手順を理解しやすかった。とても楽しく取り組むことができた。充電には気をつけてほしいと思った。
- ・ 少しVR ということ、思い通りには行かないけれど、普通に実験するよりも意欲がわくし、ゲームかんかくで楽しむことができました。これを今できるなら進んでいると思います。少しだけやってしまったので長時間の実験はあまりオススメできないです。
- ・ 操作方法を理解するまで時間がかかるので、一回一回操作をするのに考える時間が必要なのが大変に感じました。なれるともう少しスムーズにできるのかなと思います。実際の手順が感覚的にできるのは良いと感じました。
- ・ 初めて体験したため操作をうまくできずに終了してしまいましたが、何度かできれば、使えるようになり意味のあるものになると感じました。
- ・ 自分がVR に慣れてないからなのかもしれませんが難しく感じた。左手が表示されなかったり実験台がすごく低く設定されて始まったりでうまく進めることができなかった。実験前に1度しておく流れが分かり実際の実験ではスムーズに進めることができそう。

4.3.2. グループⅠ 12/20 実験実習 受講後アンケート

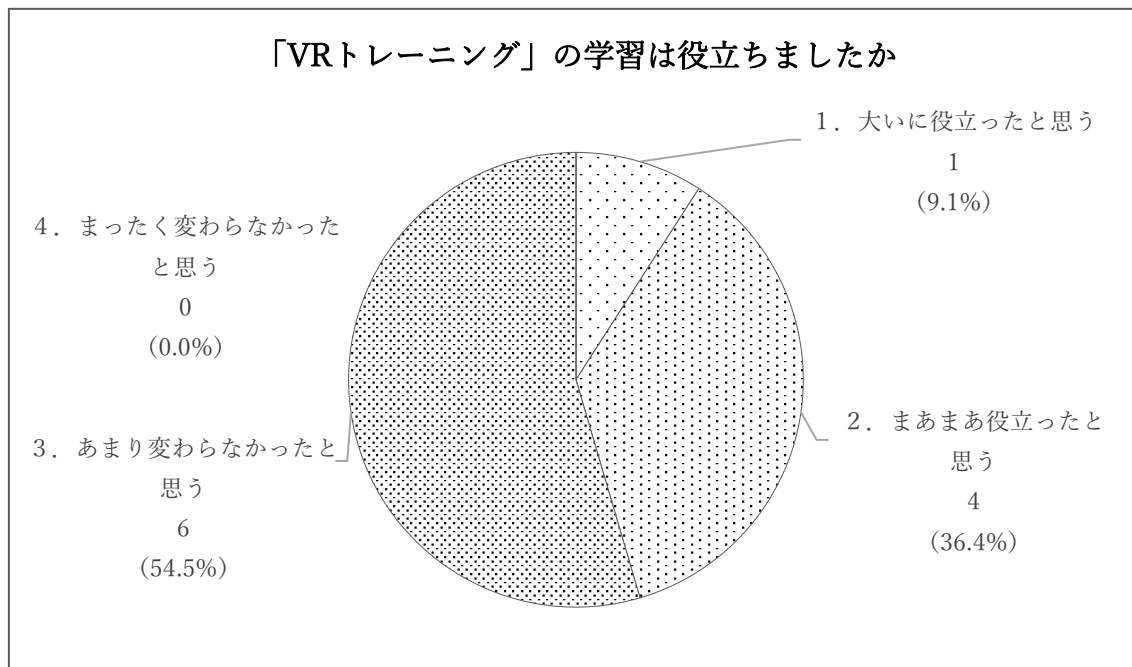
1. 実験実習について

1- (1) 実験実習を行う上で「e ラーニング（講義映像等）」の学習は役立ちましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 大いに役立ったと思う	3	27.3%
2. まあまあ役立ったと思う	7	63.6%
3. あまり変わらなかったと思う	1	9.1%
4. まったく変わらなかったと思う	0	0.0%
総計	11	

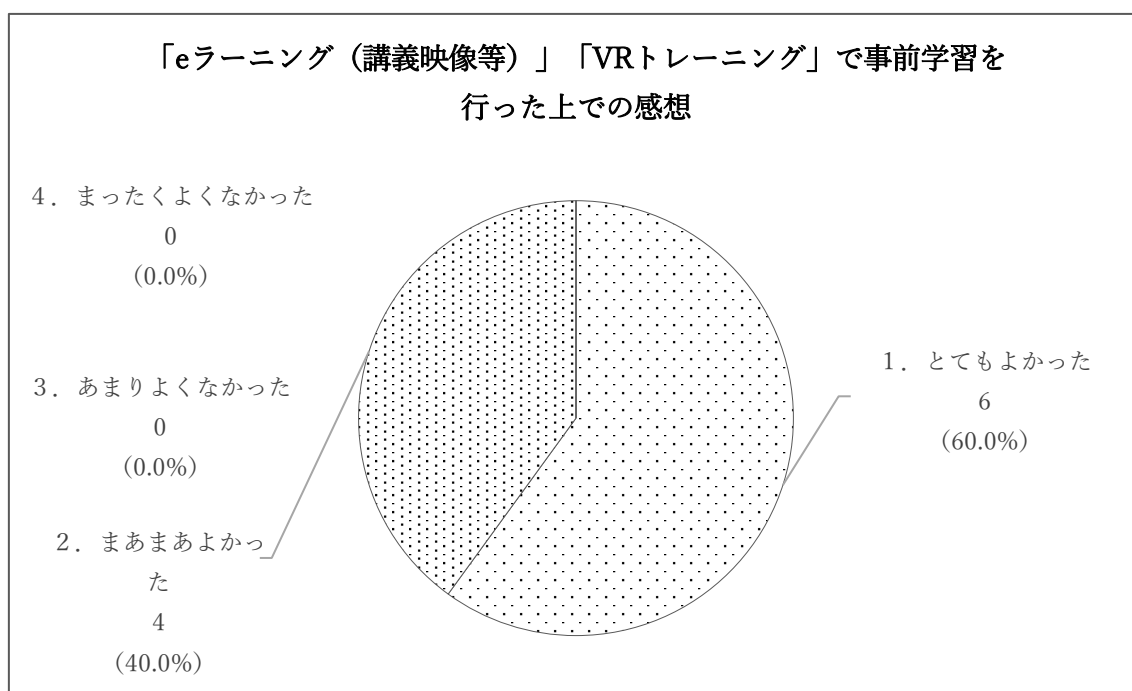
1- (2) 実験実習を行う上で「VR トレーニング」の学習は役立ちましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 大いに役立ったと思う	1	9.1%
2. まあまあ役立ったと思う	4	36.4%
3. あまり変わらなかったと思う	6	54.5%
4. まったく変わらなかったと思う	0	0.0%
総計	11	

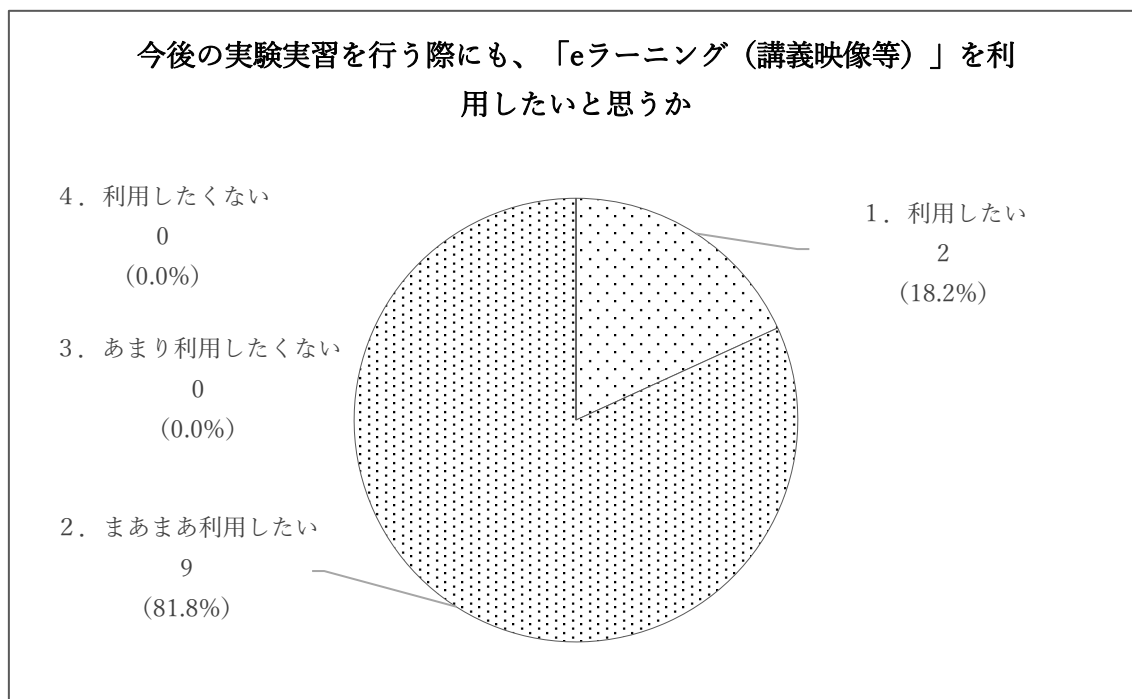
2. VR トレーニングについて

2- (1) 今回の講座では事前に「e ラーニング（講義映像等）」「VR トレーニング」で事前学習を行った上で、実験実習を行っていただきました。実施方法へのご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



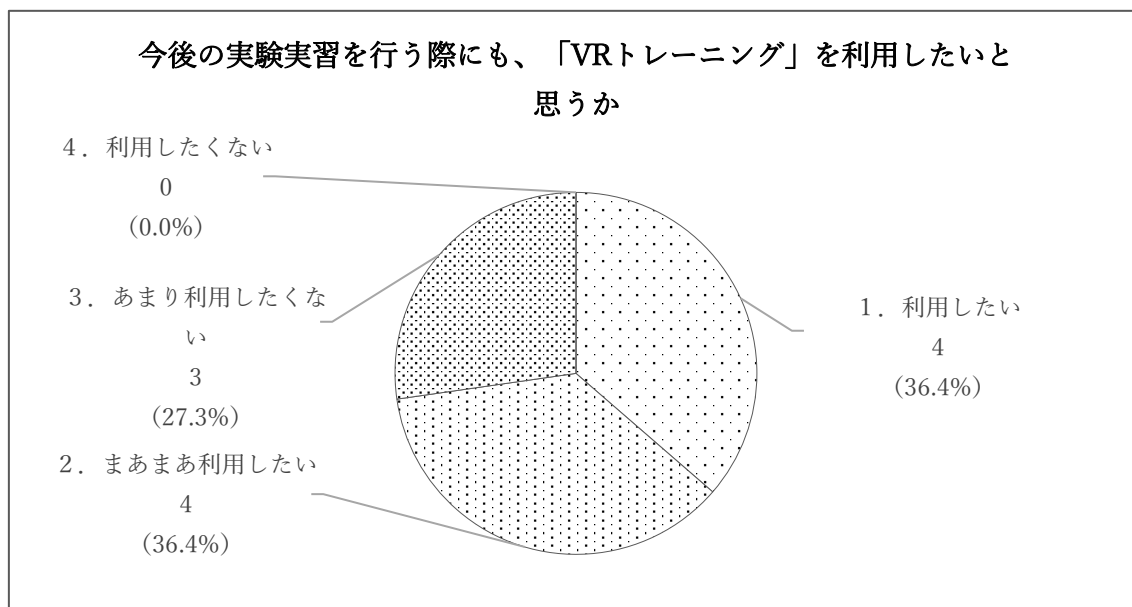
	回答者	%
1. とてもよかった	6	60.0%
2. まあまあよかった	4	40.0%
3. あまりよくなかった	0	0.0%
4. まったくよくなかった	0	0.0%
総計	10	

2- (2) 今回の経験を踏まえ、今後の実験実習を行う際にも、「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	2	18.2%
2. まあまあ利用したい	9	81.8%
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	11	

2- (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」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	4	36.4%
2. まあまあ利用したい	4	36.4%
3. あまり利用したくない	3	27.3%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	11	

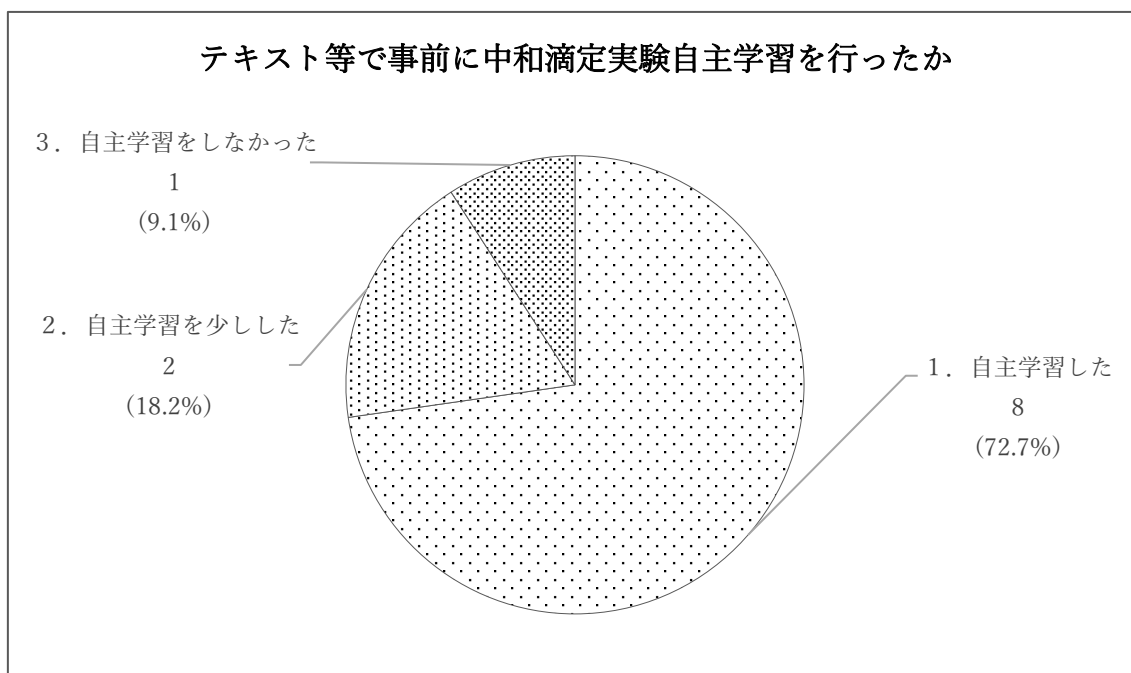
2- (4) 今回の学習内容や使用したコンテンツ等に関して、ご意見・ご感想などあればご記入ください。

- ・ まずVRを使うというのが初めてのころみだったのと、中学の時にほとんど出来なかった実験をできたのは貴重な体験だったなと思います。実験も楽しくできたのでよかったです。一つ思ったことが現実での実験とVRの実験は思っているよりもちがうなと思いました。
- ・ 実験を難しそうと感じていたが案外スムーズに行えてとても楽しかったです。VRは手順を確かめることに大いに役立った。混乱を防ぐためにもVRでの事前学習は効果があると思った。
- ・ VRで体験してその次いざやってみると、難しかったです。でもVRありとなしでは、あったほうがやる気がでて、意欲が高まると思います。VRというそうない機会を与えていただきありがとうございました。
- ・ 思った以上に溶液を測るのが難しかったです。映像授業のおかげかスムーズに実験を進めることができました。とても楽しかったです。ありがとうございました。
- ・ 実際に実験をしたことがある身としては、VRはすこしもどかしかったです。(出来る事が出来ないの)けど、やったことがない実験だと1から通してできるのはすごく良いと思いました。また、定性分析実験でできなかった水銀やヒ素などもVRの世界では使えると思うので、もしできるのならやってみたいです。
- ・ 今回の貴重な機会、参加できてとても良かったです。
- ・ このeラーニングやVRでの実験トレーニングは、当接では1年生(前期)に対して特に有効であると感じました。そう考えると、eラーニング中に実験ノートやレポートのまとめ方やそのコツについても教えてもらえるとありがたいのではないかと思います。
- ・ 事前に動画等で学習できていたので、気持ち的にも少し楽に実験にのぞむことができましたと思います。共洗いや器具の扱いに関しては、できるだけビュレットのつまみの持ち方については説明がありましたが、ホールピペットの持ち方、扱い方についても説明してもらえると良いのではないかと感じました。意外と基本的なことを忘れていたりするので。
- ・ eラーニングは実験のガイダンスで分からなかったところを確認するのに良い。VRはないよりはあったほうがいいが、あまり使いたいとは思わなかった。
- ・ VRはどのレベルの人がどのような目的で使用するのかによって目的が変わってくると思うので、初心者以外の活用にはまだまだ検討が必要なのかなと感じます。

4.3.3. グループⅡ 12/20 実験実習・VR 体験 受講後アンケート

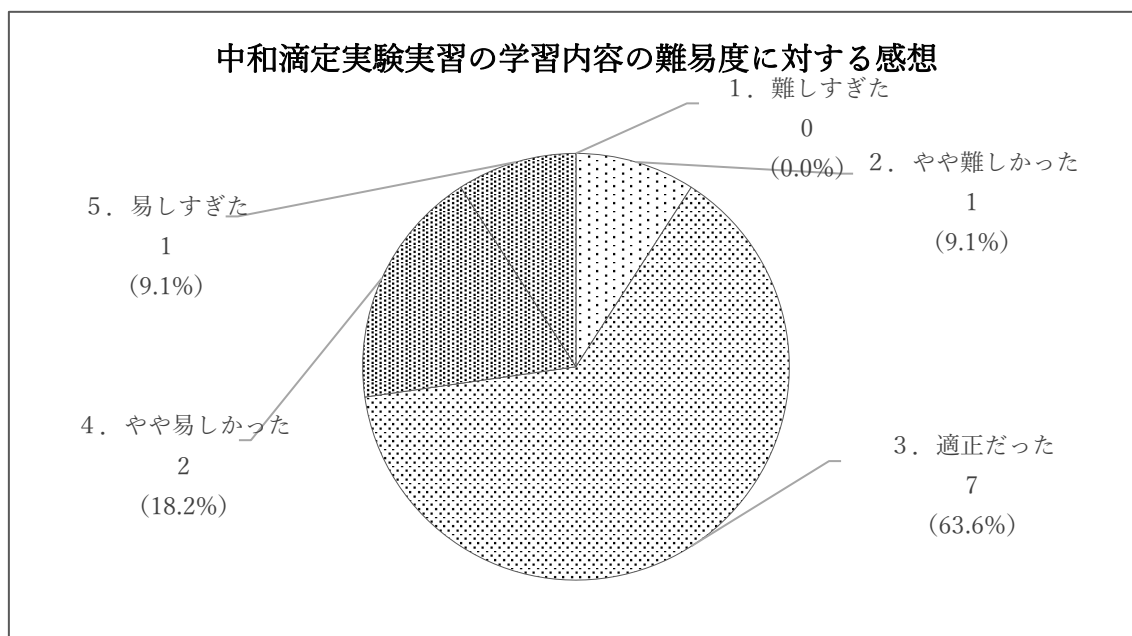
1. 実験実習（午前）について

1-(1) 実験実習に向けて、テキスト等で事前に中和滴定実験に関する自主学習を行いましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 自主学習した	8	72.7%
2. 自主学習を少しした	2	18.2%
3. 自主学習をしなかった	1	9.1%
総計	11	

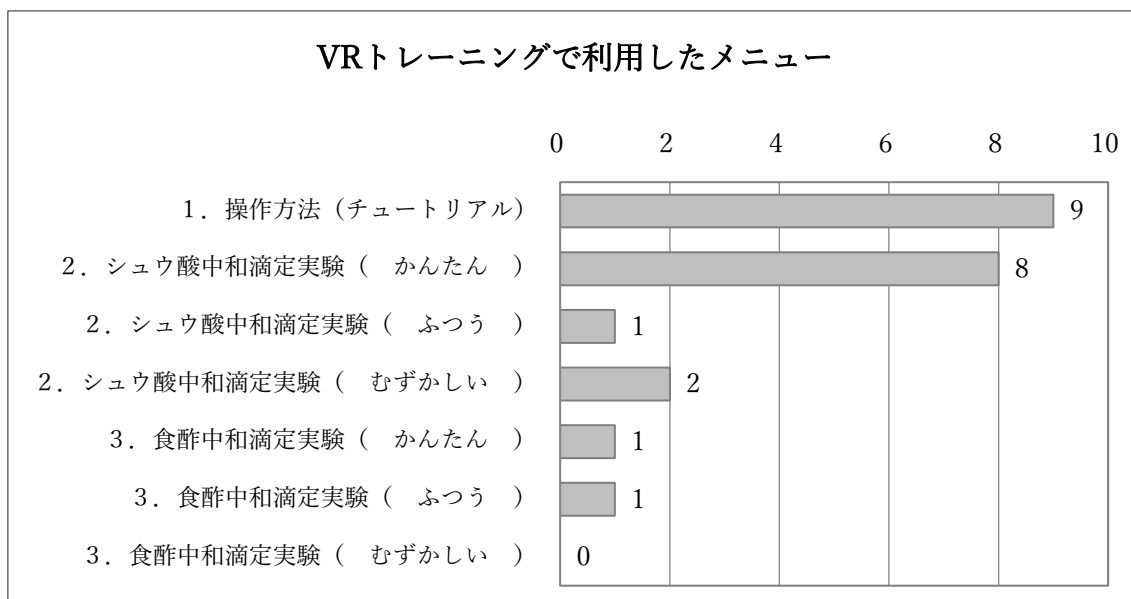
1-(2) 中和滴定実験実習の学習内容の難易度に対する感想として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	1	9.1%
3. 適正だった	7	63.6%
4. やや易しかった	2	18.2%
5. 易しすぎた	1	9.1%
総計	11	

2. VR トレーニングについて

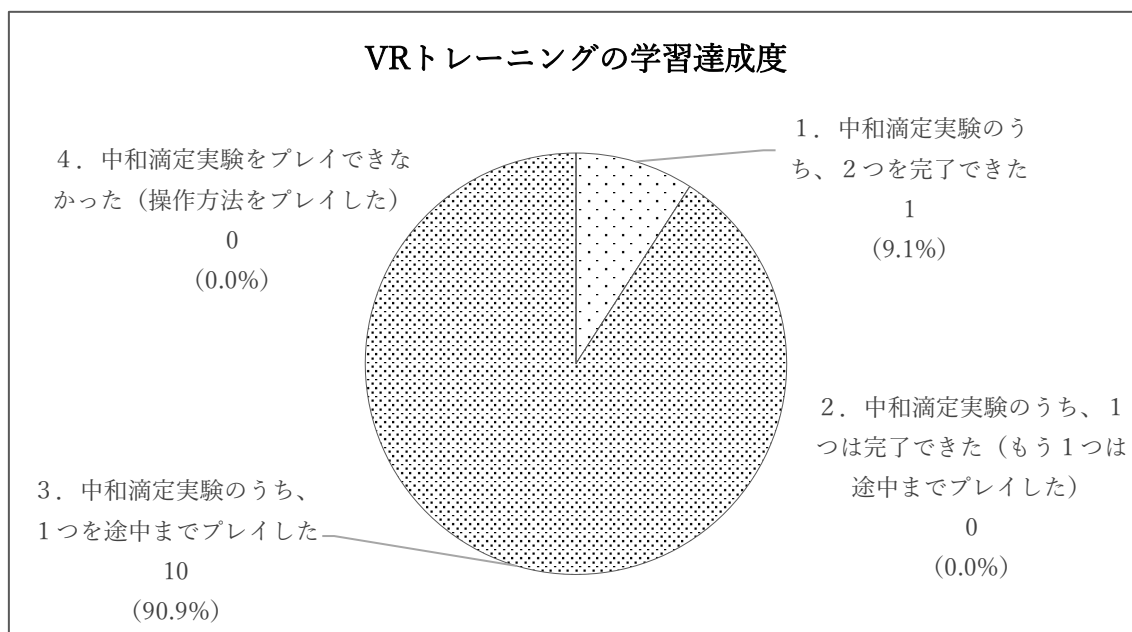
2-(1) VR トレーニングで利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。



(複数回答)

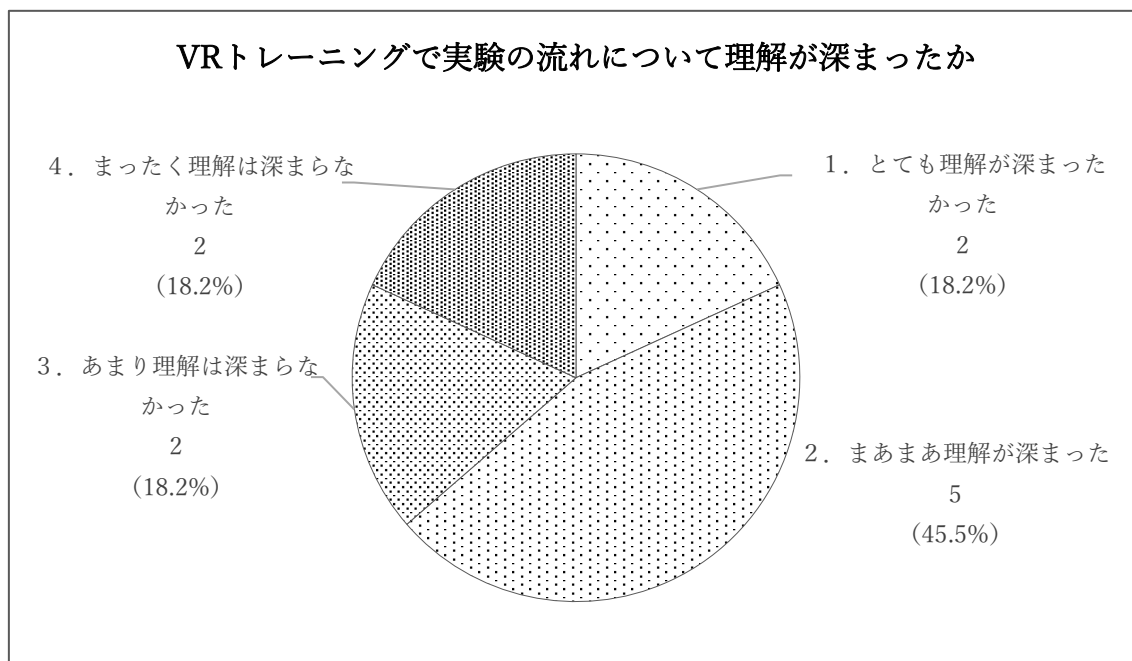
回答	
1. 操作方法 (チュートリアル)	9
2. シュウ酸中和滴定実験 (かんたん)	8
2. シュウ酸中和滴定実験 (ふつう)	1
2. シュウ酸中和滴定実験 (むずかしい)	2
3. 食酢中和滴定実験 (かんたん)	1
3. 食酢中和滴定実験 (ふつう)	1
3. 食酢中和滴定実験 (むずかしい)	0
総計	22

2-(2) VR トレーニングの学習はどの程度まで進めることができましたか。学習達成度として当てはまる選択肢を1つ選んでください。



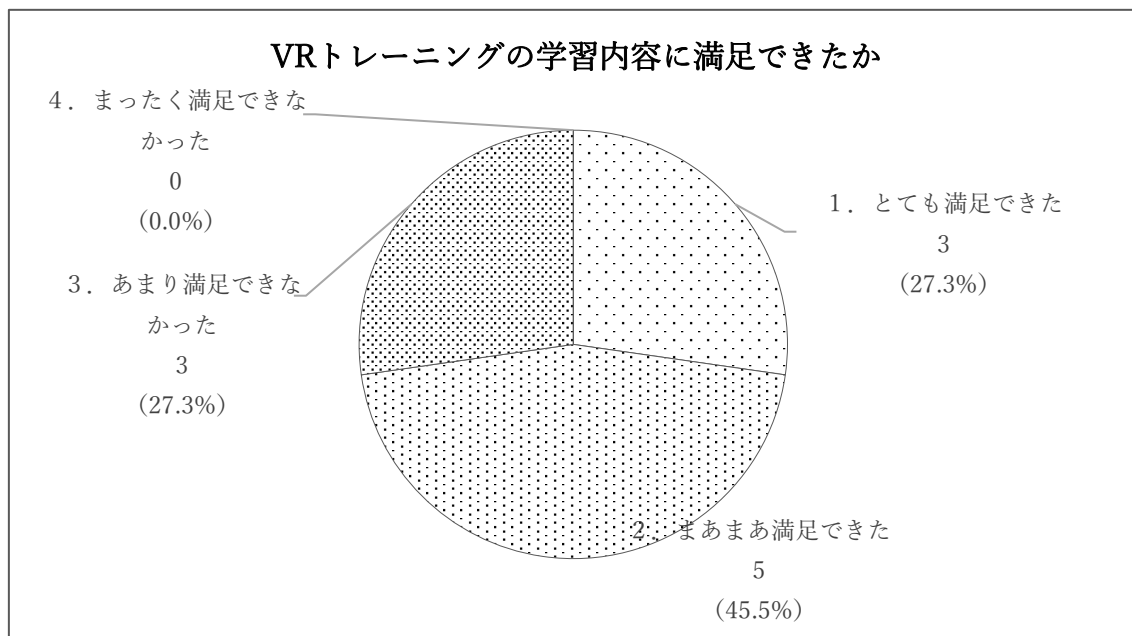
	回答者	%
1. 中和滴定実験のうち、2つを完了できた	1	9.1%
2. 中和滴定実験のうち、1つは完了できた（もう	0	0.0%
3. 中和滴定実験のうち、1つを途中までプレイし	10	90.9%
4. 中和滴定実験をプレイできなかった（操作方法	0	0.0%
総計	11	

2-(3) VR トレーニングによって、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。



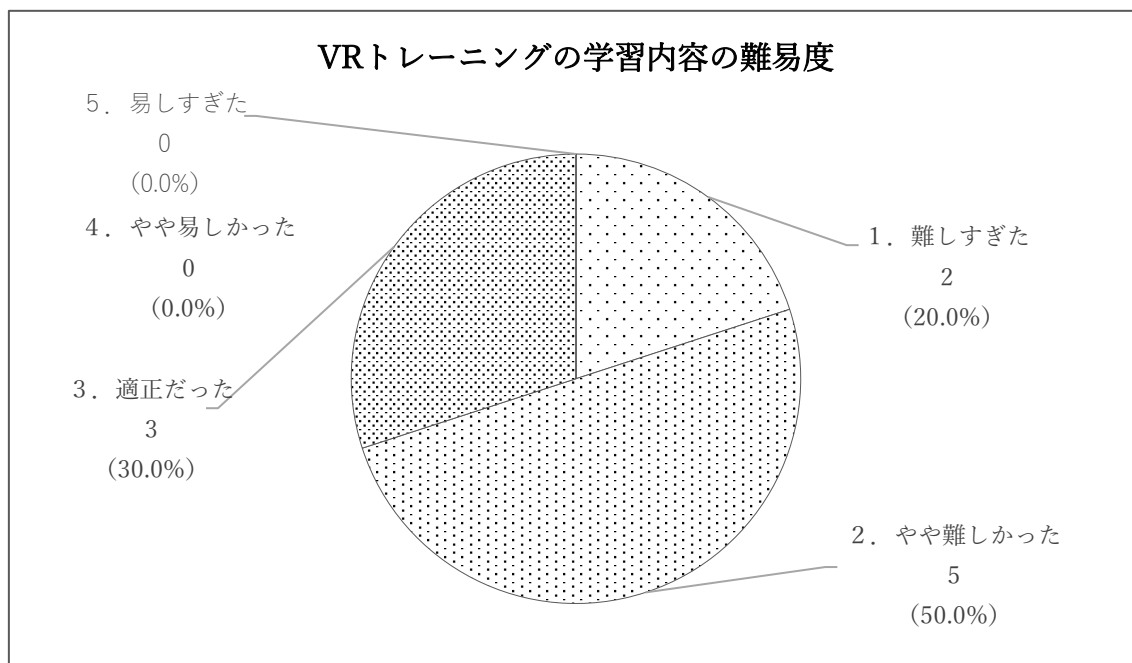
	回答者	%
1. とても理解が深まった	2	18.2%
2. まあまあ理解が深まった	5	45.5%
3. あまり理解は深まらなかった	2	18.2%
4. まったく理解は深まらなかった	2	18.2%
総計	11	

2-(4) VRトレーニングの学習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。



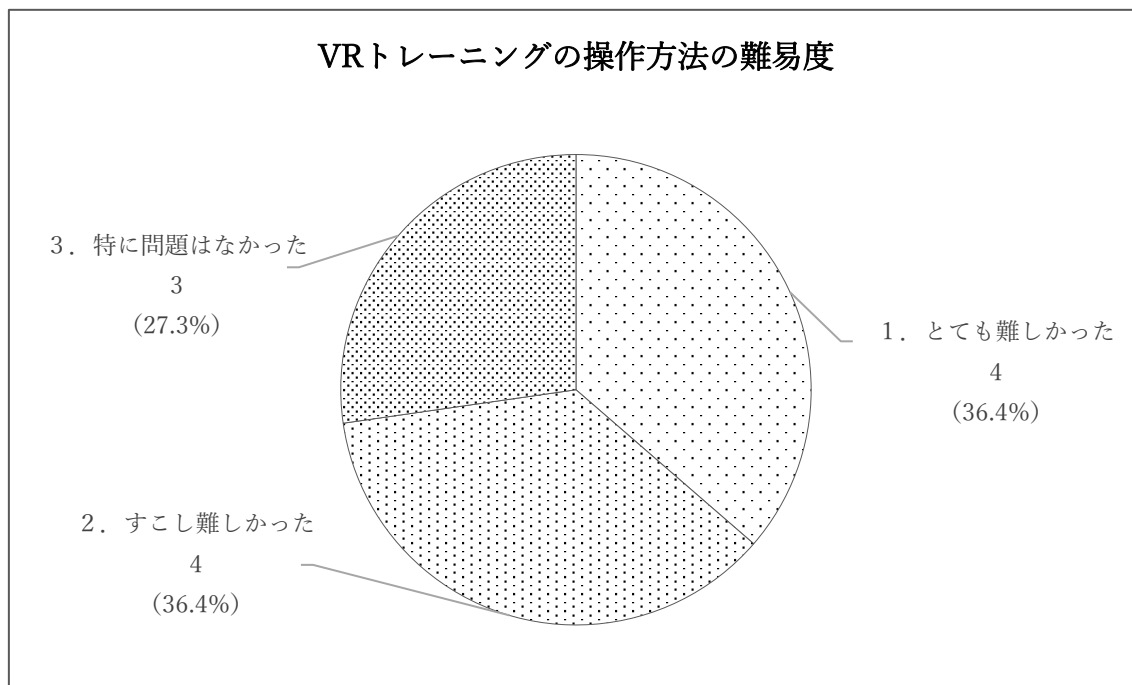
	回答者	%
1. とても満足できた	3	27.3%
2. まあまあ満足できた	5	45.5%
3. あまり満足できなかった	3	27.3%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

2-(5) VRトレーニング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。



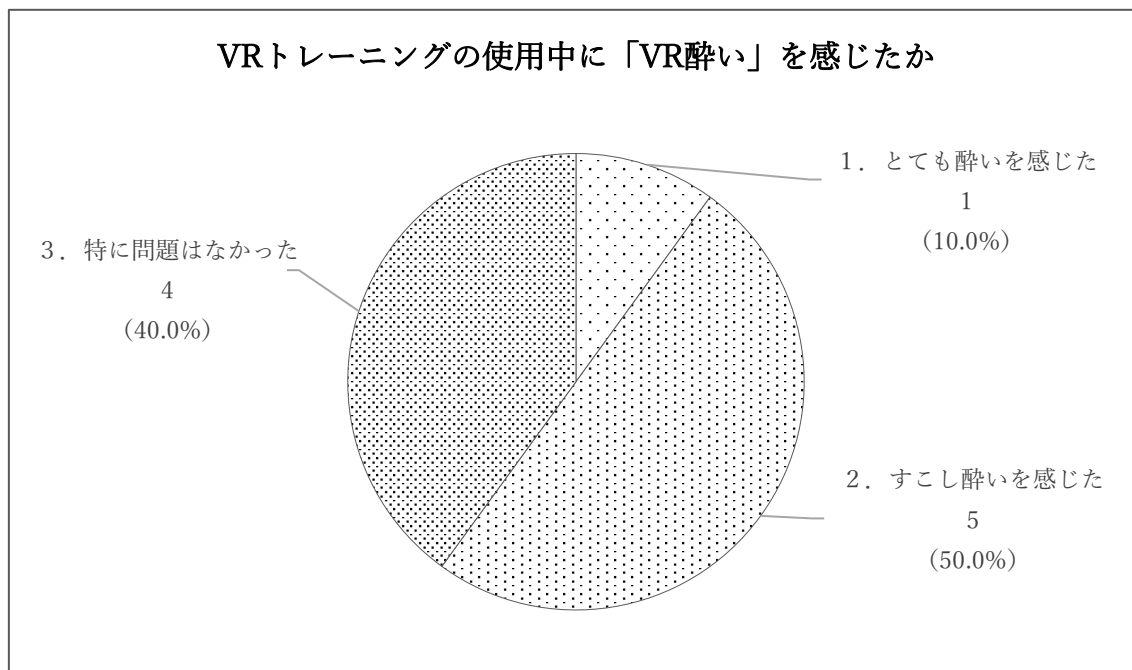
	回答者	%
1. 難しすぎた	2	20.0%
2. やや難しかった	5	50.0%
3. 適正だった	3	30.0%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	10	

2-(6) VRトレーニング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。



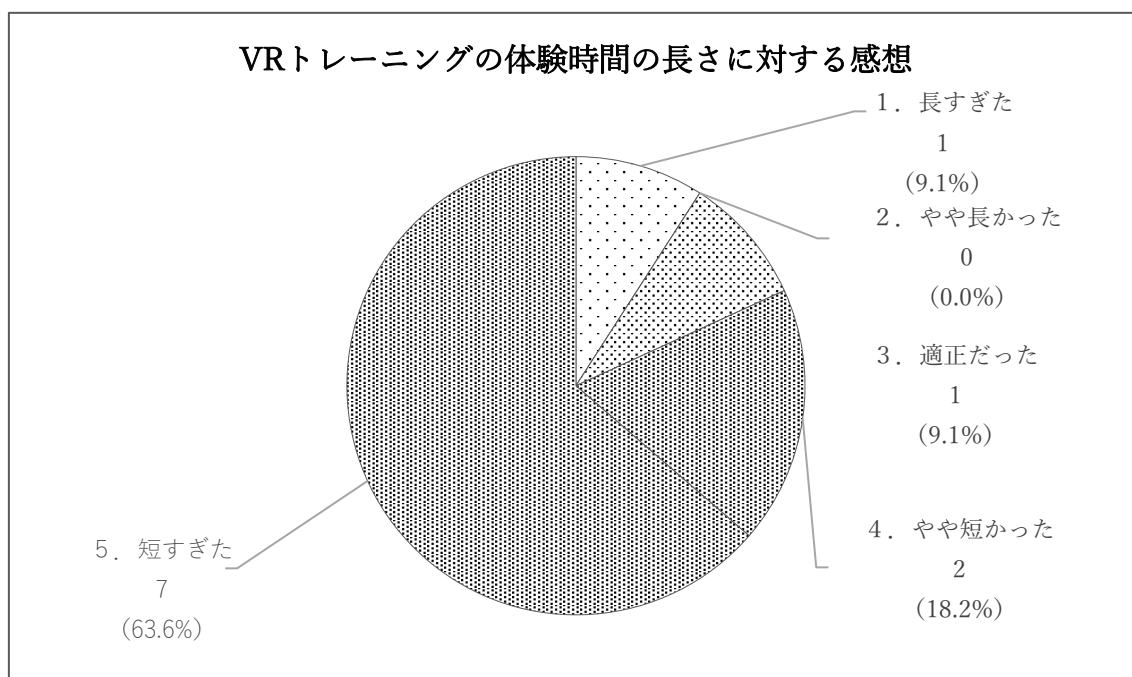
	回答者	%
1. とても難しかった	4	36.4%
2. すこし難しかった	4	36.4%
3. 特に問題はなかった	3	27.3%
総計	11	

2-(7) VR トレーニングの使用中に「VR 酔い」を感じましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



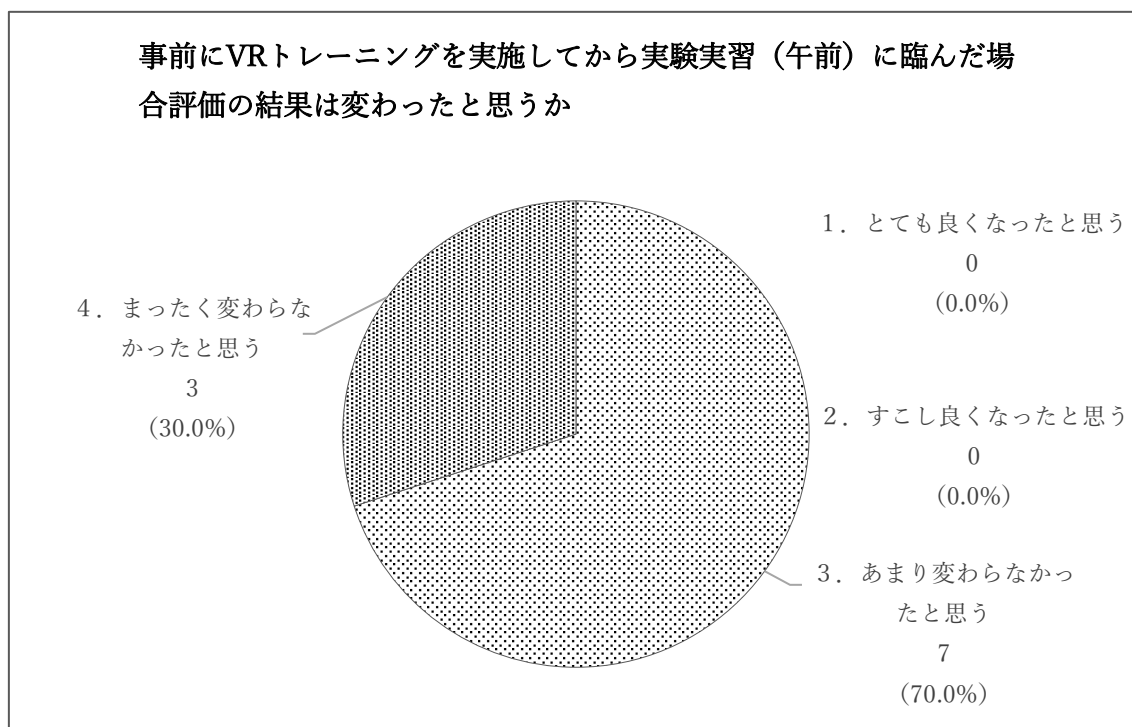
	回答者	%
1. とても酔いを感じた	1	10.0%
2. すこし酔いを感じた	5	50.0%
3. 特に問題はなかった	4	40.0%
総計	10	

2-(8) 今回の VR トレーニングは 1 実験あたり体験時間を約 10~15 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。



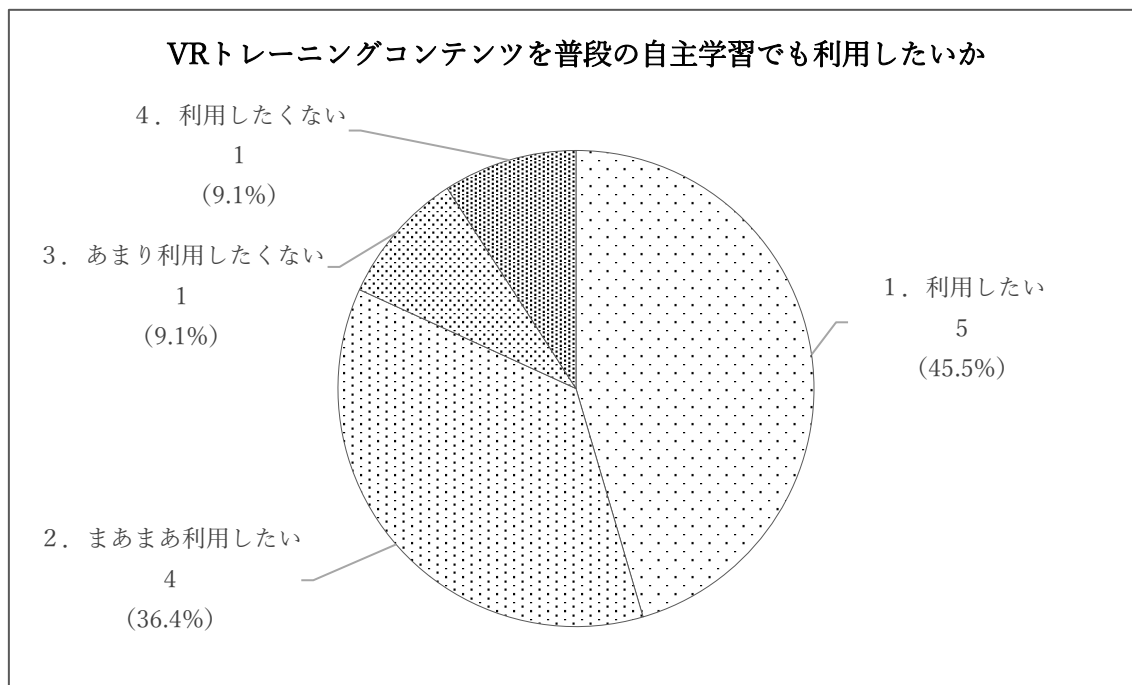
	回答者	%
1. 長すぎた	1	9.1%
2. やや長かった	0	0.0%
3. 適正だった	1	9.1%
4. やや短かった	2	18.2%
5. 短すぎた	7	63.6%
総計	11	

2-(9) 事前に VR トレーニング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。



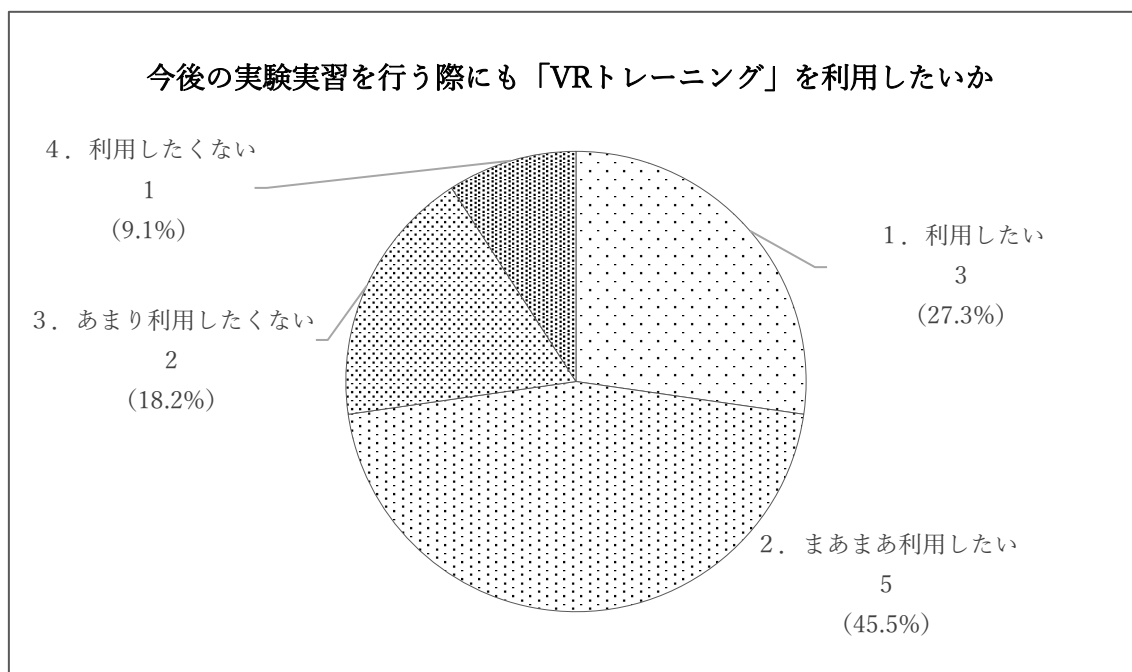
	回答者	%
1. とっても良くなったと思う	0	0.0%
2. すこし良くなったと思う	0	0.0%
3. あまり変わらなかったと思う	7	70.0%
4. まったく変わらなかったと思う	3	30.0%
総計	10	

2-(10) 今回のような VR トレーニング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	5	45.5%
2. まあまあ利用したい	4	36.4%
3. あまり利用したくない	1	9.1%
4. 利用したくない	1	9.1%
総計	11	

2-(11) 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」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	3	27.3%
2. まあまあ利用したい	5	45.5%
3. あまり利用したくない	2	18.2%
4. 利用したくない	1	9.1%
総計	11	

2-(12)VR トレーニング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。

- ・ VR トレーニングコンテンツを利用して実験したことで、楽しみながら実験できた。操作の仕方を、もっと分かってからしたかったなとは思っただけ良かった。 学校で実験ができない時、VR を利用して家で実験できそうやなって思った。
- ・ VR で、コロナウイルスの関係で実験ができない時や、家でも実験ができるのでとてもよいと思った。 また先生や教員が学校にこれなくても、リモートで実験を見せることができるのでとても実用的だと思った。 テスト範囲のVR ミッションが配布されたら自分はやりたいと思います。
- ・ 共洗いの判定がわからない。 精密天秤の開閉が難しい。 選択をトリガーかAボタンかで統一してほしい。 メニスカスが見えない。 溶液の量がわかりづらい。 操作、仕様に課題は残っているけど、それでも楽しく学習できたと思います。
- ・ 器具や設備が無いところでも、実験を体験できる面白い仕組みだと思った。
- ・ もう少し長くするのであれば椅子がほしい。 ピペットの使い方をもう少し簡単にしてほしい。
- ・ 中・高生向けとして雰囲気を知るためのモノならいい。 標定やはかり取りの練習にはならないが、手順の確認で見ることなら今からでも使えると思った。 ビーカーどっかいかないで??
- ・ 機械を扱うのが苦手なので、VR の操作方法に慣れるまでに時間がかかった。 実際に実験室で実験しているようで楽しかった。
- ・ 共洗いの時で、止まってしまった。少し操作が難しかった。特にボタンのところが難しかった。初めてのVR だったので、楽しかった。
- ・ すごく難しかった。うまく、ものをつかめなかった。すこしVR 酔いした。初めてだったから慣れなかった。なれるまで結構時間がかかりそうだった。
- ・ 実験ノートに記録しますか。○はい ○いいえ って表示された後、どちらを選んでも、その後何かをつかむたびに記録しますかと何回も表示していたことが不便でした。 最初のレーザーポインターで合わせた物を中指でつかめるもんやと思ってたら手をのばして近づいてから中指の順番だと分からずに時間がかかった。 重力はたらいしてほしい。けどないのもおもしろい。矢印で器具へ誘導してくれたらもっと分かりやすい。
- ・ 難しすぎてやった方が混乱します。あとめっちゃよってます。

4.4. 実施結果まとめ

今年度は、本事業の成果である「中和滴定実験」を題材とする VR トレーニングコンテンツや e ラーニングコンテンツについて、その有効性や妥当性を検証することを目的として、中和滴定実験の学習経験のある専門学校生、および中和滴定実験の学習経験のない高校生、計 22 名を対象に講座を実施した。実施にあたり、受講者を「実験実習前に e ラーニングコンテンツや VR コンテンツを利用するグループ（グループⅠ）」と「実験実習前に各種コンテンツでの学習を実施しないグループ（グループⅡ）」の 2 つに分けて検証を実施した。

まず実験実習の評価結果を見ると、特に中和滴定実験の学習経験がない高校生について、「実験操作」（器具の取り扱いや手順）の評価を行う項目で、明確に事前学習を行ったグループの点数が高い結果となった。

e ラーニングコンテンツについては、グループⅠが視聴して回答した。受講後アンケートの結果を見ると、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 9 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」が全員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。

VR コンテンツに対してはグループⅠ・グループⅡの両方が体験しアンケートに回答した。VR トレーニングで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 7 割という結果であった。

以上の評価結果とアンケート結果の両面から、特に実験全体の手順や各実験機器の大まかな使用手順の学習においては、本事業で開発した e ラーニングコンテンツや VR コンテンツは一定以上の教育効果を期待できると考えられる。

一方で、VR トレーニングに関して受講後アンケートから、課題も明らかになった。VR トレーニングの操作方法の難易度について質問したところ、全体の約 8 割が「難しすぎた」「やや難しかった」と回答する結果となった。学生は全員が VR 機器の使用経験がなく初めての利用で、VR 機器の基本的な利用方法に慣れるまでに時間を要し、学習時間が少なくなってしまうたり、十分に学習に集中できなくなってしまうたりした学生も見られた。この点については、試用検証に参加した教員より、操作に慣れたとの意見も多かったため、学生側が VR 機器や VR コンテンツに慣れ親しむことで大きな改善を期待できる。

また、すぐに操作方法を把握して十分に学習を進められた学生も少数ながら見受けられ、個人差があることが明らかになった。後者の学生に対してヒアリングを行ったところ、「普段からゲームに慣れ親しんでいて感覚的にすぐに理解できた」とのことで、VR 機器のような IT 端末に対するリテラシーの差が比較的大きく影響するようである。

さらに、VR 酔いに関して対策を行った結果、5 月の試用検証の際には過半数が酔いの問題を訴えていたが、今回の実証講座では4 割程度に留まった。コンテンツ側での VR 酔いの対策により、ある程度の軽減効果は見られたと考えられる。ただしまだ学生全体のうち半数近くが VR 酔いを感じている状況においては、コンテンツの想定利用時間の短縮、本格的な利用に向けた VR 機器操作への慣熟を目的としたプログラムの検討など、引き続き VR 酔い対策への検討が必要な課題である。

これらの結果から対応すべき課題について継続的に分析を進め、VR トレーニングコンテンツや e ラーニングコンテンツを活用した遠隔教育モデルを、次年度以降も引き続き検討していく。