

令和 4 年度 文部科学省 専修学校における先端技術利活用実証研究
専修学校遠隔教育導入モデル構築プロジェクト

**化学分野等における先端技術を活用した実習科目の
遠隔教育モデル構築事業**

事業成果報告書

令和 5 年 2 月

学校法人重里学園 日本分析化学専門学校

目次

1. はじめに	3
2. 事業概要	4
2.1. 事業趣旨	4
2.2. 事業の背景	4
2.3. 事業活動項目	9
2.4. 事業の実施体制	11
2.4.1. 構成機関	11
2.4.2. 実施体制イメージ	11
3. 開発報告	13
3.1. 令和3年度開発成果の試用検証	13
3.1.1. 実施概要	13
3.1.2. 実施結果	14
3.1.3. 試用検証の結果分析	20
3.2. 化学分野等での実験・実習における遠隔教育モデルの検討	21
3.2.1. 遠隔教育モデルの概要	21
3.2.2. 遠隔教育の導入範囲	22
3.3. 3DCGVR トレーニングコンテンツ	24
3.3.1. 開発概要	24
3.3.2. 主な改修のポイント	24
3.3.3. コンテンツ構成と学習の流れ	27
3.3.4. コンテンツイメージ	28
3.3.5. 改修版コンテンツに対する教員のフィードバック	30
3.3.6. 3DCGVR コンテンツの拡張開発の検討	35
3.4. eラーニングコンテンツ（講義映像）	38
3.4.1. 開発概要	38
3.4.2. プロトタイプコンテンツに対する教員のフィードバック	38
3.4.3. コンテンツ構成	42
3.4.4. コンテンツイメージ	43
3.5. 360° VR 映像コンテンツ	46
3.5.1. 開発概要	46
3.5.2. コンテンツイメージ	46
3.5.3. 動作環境	47
3.6. eラーニング環境	48

3.6.1.	開発概要.....	48
3.6.2.	e ラーニングサイトイメージ.....	48
4.	実証講座.....	51
4.1.	実施概要.....	51
4.1.1.	講座趣旨.....	51
4.1.2.	実施方法.....	51
4.1.3.	対象者属性.....	51
4.1.4.	実施内容・時期.....	52
4.1.5.	実験実習の学習項目.....	52
4.2.	実証講座実施結果.....	54
4.2.1.	講座実施の様子.....	54
4.2.2.	実験実習の成績評価.....	57
4.3.	受講後アンケート調査結果.....	61
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.....	61
4.3.2.	グループⅠ 12/20 実験実習 受講後アンケート.....	78
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.....	84
4.4.	実施結果まとめ.....	98
5.	成果報告会.....	100
5.1.	開催概要.....	100
5.2.	出席者アンケート結果.....	101

1. はじめに

令和2年4月7日。新型コロナウイルスの感染症拡大によって、我が国に初めて緊急事態宣言が発出されたその日以降、本校としても学びを止めないという教職員の努力によって、慣れない遠隔授業やオンラインでの個別指導を中心とする時期、対面授業を実施する時期、ハイブリッド型で実施する時期と状況に合わせながら予定の教育指導を実施し、成果として、就職率もコロナ前と比較しても遜色ない状態を維持している。

このような中で昨年度から本事業への取組を開始した。もちろん、対面で実験実習を指導する時間が少ない中で、効率よく実験実習を実施するための手法として、国内でも類が無い化学実験のVR化を目的にしているが、開発したeラーニングやVRのコンテンツの試用検証や実証講座を繰り返す中で、危険を抑えた安全教育、常に同じ条件下で実験ができる再現性、表示される手順や解説による理解度の向上、試薬等を利用しない環境負荷の軽減など、多くのメリットが存在することも理解できた。

また、高校への提案から実施まで1ヵ月しか時間がない中で、実証講座に高校生が参加してくれた意義は大きい。教育成果の評価のみならず、今後の展開という点から大いに期待を感じることができた。政府の教育未来創造会議において議論されている、成長分野を担う理工系人材の育成強化において、前期・後期中等教育段階で実験が学習効果につながることはさまざまな機関で実証されていながら、時間、経費、人の問題から、化学実験を授業の中で常に実施することは困難とされ、本校に実験実施を依頼される中学校や高校も少なくない。

このように今回の取組が、本校のみならず、高等学校への教育支援、社会人のリカレントやリスクリテラシー教育も含めて、その拡張性が高いことも感じられる取組となった。

2. 事業概要

2.1. 事業趣旨

新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響により、集合学習の実施が困難となり、専門学校での遠隔教育の導入が急速に進展している。本校でも、特に講義科目等の教育活動で本格的に導入し、在校生を始め講習受講者や関係企業から好評を得ている。一方で、化学分析人材の養成に不可欠な実験実習については、十分な成果を得られていないのが実情である。

実習科目の遠隔教育については、技術指導を中核とする分野の専門学校での共通課題となっている。現状では映像学習への転換、短時間・少数での集合学習、それらの組合せ等の事例が見られるが、いずれも従来の教育手法と同等の効果を得られているとは言い難い。ポスト・コロナ時代における技術指導の在り方の検討は喫緊の課題である。

そこで本事業では、専門学校の実習科目をターゲットに、仮想空間上で技術教育を行うためのプラットフォーム・コンテンツを調達・開発する。その上で、これを補完する映像教材等の e ラーニング等を整備し、実験・実習の遠隔教育モデルとしてとりまとめる。本取組により、化学分野のみならず、バイオ・農業・医療・美容などの関連分野の実習科目への遠隔教育の導入を目指す。さらには、専門教育の高度化や、社会人教育・高専連携等の教育対象の拡張などの課題解決にも寄与する。

2.2. 事業の背景

(1) 専門学校での遠隔教育の急速な進展

新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響により緊急事態宣言が発令され、専門学校をはじめとした教育機関では集合学習が実施困難となり、従来形態での教育活動を遂行することが難しくなった。これにより専門学校では現在、急速に遠隔教育の導入が始まっている。

文部科学省による専修学校の新型コロナウイルス感染症対策に関する調査（※1）によれば、1 度目の緊急事態宣言下である令和 2 年 4 月時点では、「遠隔授業を実施」と回答した専門学校は 27.9%（553 校）に留まった。しかし 1 か月後の 5 月時点での調査では、63.2%（1230 校）まで急上昇している。緊急事態宣言解除後の 6 月には対面授業の割合が増加しているものの、「対面・遠隔を併用」「遠隔授業」の割合が約 5 割となっていて、およそ半数程度の専門学校が継続して遠隔教育を実施していることが見て取れる。

（※1）文部科学省 新型コロナウイルス感染症対策に関する専門学校の対応状況について
https://www.mext.go.jp/a_menu/coronavirus/mext_00007.html

インターネットの普及により e ラーニングという言葉が聞かれるようになって以来、20 年以上に渡って、専門学校でも遠隔教育に関する議論が行われてきたが、これまでは部分的な活用に留まることが多く、本格的な導入に至った事例は少なかった。その要因は、導入の必要性に対する疑問、高額な導入コスト、遠隔教育ノウハウの不足などが考えられる。しかしコロナ禍の影響により、多くの専門学校では遠隔教育を実施する必要に迫られ、遠隔教育の体制や環境、ノウハウを有することとなり、現在は結果的に遠隔教育の導入要件が満たされた状況にある。緊急事態宣言の発令が繰り返され、コロナ禍の長期化も予想される中で、専門学校群はここで得た遠隔教育の環境・ノウハウを積極的に活用していく必要がある。換言すれば、専門学校の教育手法はパラダイムシフトが加速される状況にあり、より画期的な遠隔教育手法を普及できる環境にあると考えられる。

(2) 遠隔教育における実験・実習の現状と課題

専門学校での遠隔教育は現状、知識学習を中心とした講義科目での導入事例が多数見受けられる。本校でも、文部科学省委託事業にて行った e ラーニングによる社会人向け遠隔教育の実績・ノウハウ（※2）を活かし、専門課程に通学する学生を対象に、動画の収録・配信によるオンデマンド授業や、Web 会議ツールを活用したライブ授業を導入した。その結果学生や関係企業からも好評であり、幾つかの課題は残るものの一定以上の教育効果を得られたと考える。

（※2）日本分析化学専門学校 専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト

「e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座 実施モデル構築事業」

<https://www.bunseki.ac.jp/disclosure/#02>

一方で、実習科目の遠隔教育については、技術指導を中核とする専門学校全体での共通課題となっている。例えば、文部科学省の調査（※3）によれば、専修学校の実習科目への対応事例については、映像学習への転換、短時間・少数での集合学習、それらの組合せ等の事例が見られる。しかし、これらの手法では、学生が実際に技術を実践する時間が極端に少なくなり、また学習者の自発的な学習に依存する部分も大きい。そのため、従来の集合学習による技術指導と同等の効果を得られているとは考えづらい。

（※3）文部科学省 新型コロナウイルス感染症対応に係る専修学校における遠隔授業の取組事例集

https://www.mext.go.jp/content/20200529-mxt_kouhou01-000004520_2.pdf

実際、本校の化学実験の授業では、図に示すように、映像にて実験の流れを講師が演示し、週に 1 度の登校日に実践するという流れで実習科目の授業を実施した。しかし、必要十分な学習効果に到達できたとは言えない結果であり、現状は更なる試行錯誤を行っている段階にある。

<日本分析化学専門学校のハイブリッド型の技術指導の例（令和 2 年 5 月時点）>



オンライン授業で講師が
実験の流れを演示



学生は集合学習で実験を実践

化学分野の本校をはじめ、バイオ・農業・医療・美容などの関連分野の専門学校では、教育内容の特性上、実習科目が極めて重要な位置づけとなっている。新型コロナウイルス感染症の対策も当然のことながら、教育内容・手法の更なる充実や、他の不測の事態への対応という観点からも、ポスト・コロナ時代における技術指導の在り方の検討は喫緊の課題である。

(3) VR 技術を活用した技術教育の可能性

ICT 技術の発展に伴い VR 技術に注目が集まり、昨今では特に教育への活用を議論される機会が増えた。教育への活用方法のひとつとして、技能トレーニングが挙げられる。VR 技術を活用した技能トレーニングでは、学習者がバーチャル空間上で技能体験を行うことで、従来のテキストや映像を使った学習よりも高い効果を得られると考えられている。例えば、米カルフォルニア大学による「VR 手術トレーニング」のシステムを使用した効果検証の事例（※4）では、VR 技術を活用した学習者と、テキストによる従来手法での学習者とを比較して、前者の学習成果の評価スコアが 130%ほど優位であったとされる。この事例は一例であり、類似した研究結果が多々見受けられることから、VR 技術を技能トレーニングに活用することで一定以上の学習効果の向上が期待できる。したがって、専門学校における技術教育への VR 技術活用は積極的に試みられるべきである。

（※4）MoguraVR VR 手術トレーニングは“倍以上の効果”、米大学が立証

<https://www.moguravr.com/vr-surgical-training/>

本校で養成する分析化学人材をはじめ、化学分野の人材育成を行う上では実験技術の醸成が不可欠である。その際に上述のような VR 技術を活用し、既存の技術教育を効果的・効率的に実施することができれば、より発展的な技術教育も可能となる。また、危険性の高い実験等をバーチャル空間上で実施することにより、リスクを回避しながら高度な教育を行うこともできる。このような観点から近年、海外の大学を中心に実験技術教育への VR 活用が開始されている。例えば、デンマーク系 IT 企業が開発したバーチャル理科実験プラットフォーム「Labster」(※5) は、バーチャル空間上で多種多様な実験技術をトレーニングできるシステムで、既にマサチューセッツ工科大学をはじめ 2000 以上の大学・高校等に導入・運用されている実績を持つ。

<バーチャル理科実験プラットフォーム「Labster」>



バーチャル空間上で実験技術のトレーニングが可能

(※5) バーチャル理科実験プラットフォーム「Labster」

<https://www.labster.com/>

このような VR 技術を活用した教育システムを取り込む形で、遠隔教育モデルを構築できれば、前述した実習科目の学習効果に関わる課題を解決できる可能性が高い。さらには、従来の集合学習形式での教育と比較しても、より高い学習効果を期待できる。また実験技術は化学分野のみならず、バイオ・農業・医療・美容など多様な分野で求められる技術であり、実験技術を学習ターゲットとした遠隔教育モデルは広範な分野での応用可能性があるという点でも有意義である。

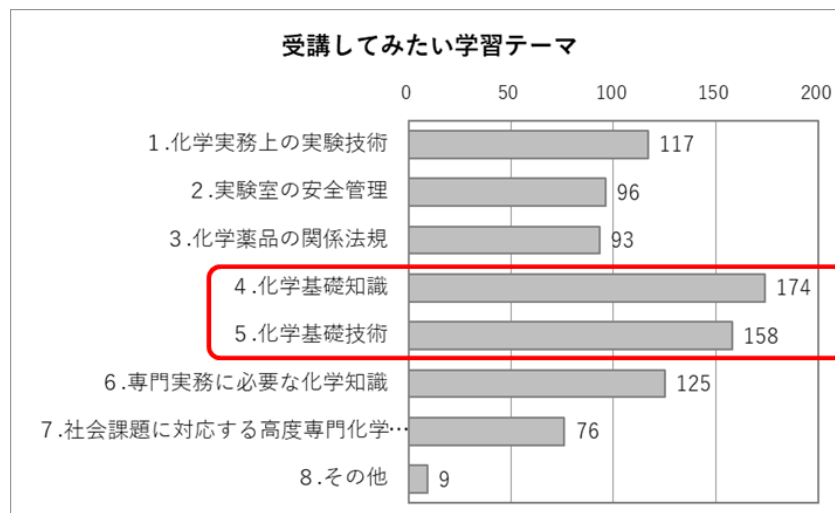
(4) リカレント教育・高専連携教育での応用の見通し

化学分野等の専門学校において、実験技術の遠隔教育モデルが構築されれば、リカレント教育や高専連携教育へも応用できる見通しである。

本校で 2018 年から 2020 年にかけて推進した専修学校リカレント教育総合推進プロジェクト「e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座 実施モデル構築事業」では、計 4 回、延べ 500 名以上の社会人（化学系業務従事者等）をターゲットに実証講座を開催した。そ

の受講者アンケート調査結果を見ると、グラフに示すように、受講したい学習テーマとして「化学基礎知識」「化学基礎技術」が多く挙げられており、基礎的な学習内容の学び直しに対して大きなニーズがあることが明らかになった。したがって、化学分野の基礎的な実験技術を学習できる遠隔教育モデルが専門学校で構築されれば、化学業界企業・社会人を対象としたリカレント教育にも活用ができる可能性が高い。

< 化学系業務従事者等の希望する学び直しテーマ（2021年1月） >



日本分析化学専門学校 文部科学省委託事業
「eラーニングを活用した化学分野学び直し講座実施モデル構築事業」
2020年度 実証講座実施結果より

※上記アンケートの「化学基礎技術」は実験技術を取り扱う学習項目。実験室での立ち居振る舞いや、器具・機器類・試薬の基本的な取り扱い方、一般的かつ頻出の実験に係る技能などの学習内容で構成。

また、高専連携教育への応用も期待できる。高等学校段階において「化学」は主要科目の1つであり、その中には言うまでもなく、化学実験を行うような授業も組み込まれている。しかし、授業時間数の不足や器具・機材の不足、教員の対応力不足などを要因として、実験回数を十分に確保できない高等学校も多い。実際、本校に入学する高等学校普通科卒業生は、十分な化学実験の経験がない学生も多く、また近隣の高等学校から連携授業を依頼されることもある。こうした状況下で、化学実験の遠隔教育モデルが構築されれば、化学分野等の専門学校が高等学校に対して連携授業を提供しやすくなり、高専連携の促進にも寄与することを期待できる。

(5) 本事業の目的・実施意義

以上の背景から、本事業では化学分野等における実習科目の遠隔教育の実現を図るべく、VR技術を活用した実習科目の遠隔教育モデルの構築に取り組む。本モデルでは、

実習を遠隔教育と集合学習のハイブリッドで実施することを前提とする。遠隔教育は集合学習の前後で行われる想定で、VR コンテンツやeラーニングを活用して、実験器具の扱い方や作業の流れ、注目するポイントなどの知識学習を実施する。一方、集合学習では、事前に遠隔教育で学習した内容を前提として、短時間で集中的に実習の実践と個別指導を実施することを想定する。

このモデルを実現するために、本事業ではまず、実習科目「基礎化学実験」をターゲットとして、仮想空間上で化学実験等の技術教育を行うために必要なプラットフォーム・コンテンツを調達・開発する。その上で、これを補完する映像教材等のeラーニングコンテンツ等を整備し、実験実習の遠隔教育モデルとしてとりまとめる。さらに、関連分野の専門学校への成果活用を見据えて、導入要件や導入方法、コンテンツの開発方法、遠隔教育と集合学習の比率などを整理した導入ガイドラインを作成する。

この取組により、化学分野をはじめ、バイオ・農業・医療・美容などの関連分野の実験実習への遠隔教育の導入を支援すると共に、専門教育の高度化や、社会人教育・高専連携等の教育対象の拡張など、従来手法では難航していた課題の解決にも貢献し、専門学校教育の更なる充実に寄与する。

2.3. 事業活動項目

本事業は令和3年度から令和4年度の3年間に渡って、活動を推進する予定である。各年度に実施予定の事業活動項目を以下に記載する。

(1) 令和3年度

令和3年度は事業開始初年度として、まず3系統の調査を実施し、化学分野における遠隔教育モデルのニーズや、VR技術等の活用状況・活用意向などについて、現状を明らかにした。その上で、調査結果を踏まえ、遠隔教育モデル素案の設計と、化学実験を遠隔教育で行うための各種コンテンツのプロトタイプ開発等を実施した。

<取組項目>

◇調査

- ① 遠隔教育モデルに対するニーズ等の実態調査
- ② VR技術を活用した実習等事例調査
- ③ 技術教育手法事例調査

◇開発

- ① 遠隔教育モデルの素案設計
- ② 360度VR映像学習コンテンツ プロトタイプ開発
- ③ 3DCGVRトレーニングコンテンツ プロトタイプ開発

- ④ e ラーニングコンテンツ プロトタイプ開発
- ⑤ e ラーニングプラットフォーム調整

(2) 令和 4 年度

令和 4 年度では、まず前年度の開発成果を活用し、化学系科目の指導教員や化学系科目履修者の協力を得て、遠隔教育環境プロトタイプの試用検証を行った。この結果を受けて、本事業内で開発する遠隔教育モデルの第一案を策定し、これに沿って各種コンテンツ等の本格開発を実施した。その上で実証講座を開催し、次年度に向けての課題等の検討を行った。

< 取組項目 >

◇開発

- ① 遠隔教育環境プロトタイプ試用検証
- ② 遠隔教育モデル構築
- ② VR コンテンツ運用環境の設計・整備
- ③ VR コンテンツ 本格開発 (360° 映像、3DCG トレーニング 他)
- ④ e ラーニングコンテンツ 本格開発
- ⑤ e ラーニングプラットフォーム拡張開発

◇実施

- ① 第 2 回実証講座 (遠隔教育モデルの効果測定を目的。)

(3) 令和 5 年度

令和 5 年度では、前年度の実証講座での検証結果を受けて、まず遠隔教育モデル及び各種コンテンツ等の改良を実施する。その上で、第 3 回実証講座を比較的大規模に実施し、遠隔教育モデルの有効性・妥当性等を検証する。この結果を受けて、本事業の最終成果として、化学分野での実験・実習における先端技術を活用した遠隔教育モデルをとりまとめる。

< 取組項目 >

◇開発

- ① 遠隔教育モデルの改良
- ② VR コンテンツ運用環境 改良
- ③ VR トレーニングコンテンツ 拡張開発
- ④ e ラーニングコンテンツ 拡張開発
- ⑤ e ラーニングプラットフォーム改良 ◇実施
- ⑥ 遠隔教育モデルの最終版のとりまとめ

◇実施

- ① 第 2 回実証講座 (遠隔教育モデルの効果の再測定を目的。)

2.4. 事業の実施体制

2.4.1. 構成機関

本事業では以下の 14 機関により実施体制を構築した。

構成機関（学校・団体・機関等）の名称		都道府県名
1	学校法人重里学園 日本分析化学専門学校	大阪府
2	学校法人福田学園 大阪工業技術専門学校	大阪府
3	学校法人大美学園 大阪美容専門学校	大阪府
4	学校法人こおりやま東都学園 郡山健康科学専門学校	福島県
5	学校法人大麻学園 四国医療専門学校	香川県
6	学校法人大阪学園 大阪高等学校	大阪府
7	大阪府立堺工科高等学校	大阪府
8	トライボテックス株式会社	大阪府
9	株式会社 ACCESS	東京都
10	株式会社メディア工房	東京都
11	一般財団法人材料科学技術振興財団	東京都
12	公益社団法人日本化学会	東京都
13	一般社団法人大阪府専修学校各種学校連合会 工業部会	大阪府
14	大阪府職業能力開発協会	大阪府

2.4.2. 実施体制イメージ

本事業の実施体制は、「実施委員会」「分科会」「事務局」により構成する。それぞれの役割の概略を以下に示す。

(1) 実施委員会

本事業の推進主体として設置する。本校が主体となって、行政機関、教育機関、業界企業、業界団体等で委員を構成する。事業活動の方針の策定、分科会への作業指示、作業内容の評価等を担う。

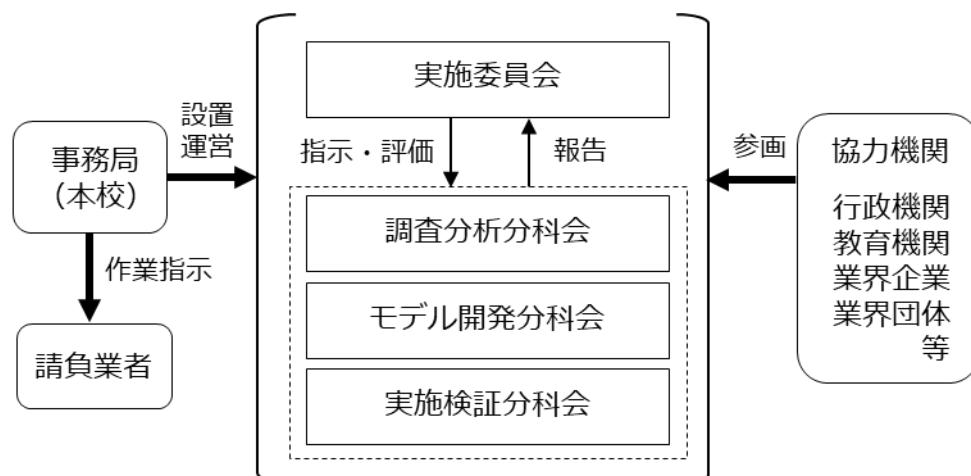
(2) 分科会

実施委員会の下部組織として「調査分析」「モデル開発」「実施検証」の3系統の分科会を設置する。それぞれ構成員は実施委員会から選抜して構成する。実施委員会の指示のもと、各事業活動を進めるにあたって発生する調査票作成・結果分析、環境設計・コンテンツ開発、実証講座企画・運営・結果分析等の実作業を担う。

(3) 事務局

事業推進上発生する各種事務作業を担当する組織として、本校が事務局を担う。また、必要に応じて実施委員会・分科会の指示を受けて、請負業者に対し作業の発注を行う。その際には、請負業者の作業の進捗・品質管理を行う。

以上の実施体制のイメージ図を以下に示す。



3. 開発報告

今年度はまず、本格開発に向けての課題の洗い出し等を目的として、前年度の開発成果を活用した試用検証を行った。この結果を受けて、遠隔教育モデルの設計や「3DCGVR トレーニングコンテンツ」「e ラーニングコンテンツ」「360° VR 映像コンテンツ」の本格開発を実施した。また、これらの教材をオンライン上で運用するための「e ラーニング環境」を調達した。

以下にそれぞれの活動について報告する。

3.1. 令和 3 年度開発成果の試用検証

3.1.1. 実施概要

今年度、化学実験の遠隔教育モデルを検討するにあたり、まず前年度にプロトタイプ開発した成果物について、実際に試用検証を実施することとした。

試用検証の対象としたのは、「中和滴定」を題材とする 3DCGVR トレーニングコンテンツと 360° VR 映像コンテンツである。これらのコンテンツ等を、本校（日本分析化学専門学校）の化学系科目の指導教員や化学系科目履修者に試用させ、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。実施概要は下表の通りである。

開催日時	5/18（水） 16:00～17:30											
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 2 年生 5 名 ・ 日本分析化学専門学校 教員 8 名 計 13 名											
使用機器等	・ VR 端末 ： Meta Quest 2（Oculus Quest 2） 1 台／人 ・ VR コンテンツ：① 中和滴定実験 VR トレーニングコンテンツ（3DCG） ② 中和滴定実験 VR 映像コンテンツ（360 度映像）											
講座内容	<table><tr><th>実施項目</th><th>時間</th></tr><tr><td>事業趣旨・事業概要説明</td><td>10 分</td></tr><tr><td>VR 機器操作説明・コンテンツ説明</td><td>15 分</td></tr><tr><td>中和滴定実験 VR トレーニングコンテンツ体験（ゴーグル装着）</td><td>30 分</td></tr><tr><td>中和滴定実験 VR 映像コンテンツ体験（ゴーグル装着）</td><td>20 分</td></tr></table>		実施項目	時間	事業趣旨・事業概要説明	10 分	VR 機器操作説明・コンテンツ説明	15 分	中和滴定実験 VR トレーニングコンテンツ体験（ゴーグル装着）	30 分	中和滴定実験 VR 映像コンテンツ体験（ゴーグル装着）	20 分
実施項目	時間											
事業趣旨・事業概要説明	10 分											
VR 機器操作説明・コンテンツ説明	15 分											
中和滴定実験 VR トレーニングコンテンツ体験（ゴーグル装着）	30 分											
中和滴定実験 VR 映像コンテンツ体験（ゴーグル装着）	20 分											

	VR コンテンツ体験後アンケート	15 分
	計 90 分	
評価方法	・ 学実験学習 VR コンテンツ体験後アンケート	

3.1.2. 実施結果

(1) 実施の様子



(2) 体験者アンケートの構成

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 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
- ③ 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

(3) 体験者アンケートへの回答結果

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。なお、自由記述を適宜要約・分割して整理していることに留意頂きたい。

① VR コンテンツや VR 端末を体験した感想について

(3DCG VR コンテンツについて)

- ・ 実験を行う流れがわかり、イメージが付きやすい。
- ・ ゲーム感覚で楽しく学ぶことができそうだと感じた。
- ・ 手を動かして実験の流れを確認できるため、予習に最適だと感じた。
- ・ 実験の理解が進み、スムーズに実験の実践ができると感じた。
- ・ 実験の実技試験の前に自分で練習できたら、安心して実技試験に取り組めると感じた。
- ・ 入学前に体験すれば、入学後により技術が身に付きやすくなると感じた。
- ・ 初めて器具を使う人には、実験というものがイメージしやすくなると思った。
- ・ とてもリアリティのあるコンテンツだと感じた。実際に滴定操作から VR に変換していることもあり、臨場感あるものになっているように感じた。
- ・ 現実世界で見たら私は変な人に見えているであろうと思ったが、ゲーム性があり「まだやりたい!」と思える程楽しかった。
- ・ バーチャルの実験室はよく作り込まれている印象で、事前学習として十分に活用できると感じ、楽しみながら学べるとも感じた。

(360 度 VR 動画について)

- ・ 実験室で器具の扱い方や注意点を映像で細かく確認でき、事前学習に最適だと感じた。
- ・ 自分が小さくなった状態で 3D 動画の中に入っているような感覚を覚えた。同じ 3D 動画を PC などで見た時よりも、見たい部分を良く確認できた。
- ・ 実験者を見上げる動画になっているため、圧迫感を感じた。
- ・ 360 度 VR 動画は近くでいる感覚になった。次に撮影する際には、カメラの置く高さも考える必要があると思った。
- ・ 実験手順自体については 360 度 VR 動画である必然性はないと思う。
- ・ 入れすぎた水酸化ナトリウムを棄てる場面で、時計皿をチリトリではいており、正しく

ないと感じた。

(VR 酔いについて)

- ・ 長時間の体験は酔いやすいと感じた。
- ・ 体験の最後の方は酔ってしまい、実験を進めるのをあきらめた。
- ・ 30 分ほどの使用で少し酔った。その後、頭がフワフワとしてしまい文字が書きづらく、授業に支障が出そうだと感じた。
- ・ 少し酔ってしまった。VR 実験の操作感をもう少し現実に近づけ、手をうごかすように直感的に操作ができればよいと感じた。対策方法も必要だと感じた。
- ・ 長く装着していると、酔う感覚にもなった。操作に慣れていなければ、元々酔いにくい人でも、酔いやすくなるかもしれないと感じた。
- ・ 今回は時間を区切って操作を行い、多少酔いはあったが、長く楽しむことができた。

(VR の操作性等について)

- ・ 操作を覚えるのに時間がかかるのではないかと感じた。
- ・ 操作等に慣れるまで手間と時間がかかりそうだと感じた。
- ・ コンテンツ体験をする前に、操作だけのシミュレーションができればスムーズにコンテンツに取り組めると感じた。
- ・ 操作が難しいのが印象的だった。
- ・ 初めての体験で、操作方法が難しかったが楽しかった。
- ・ はじめはコントローラーが使いにくいと感じたが、次第に慣れた。
- ・ ボタン (ABYX) の位置がゴーグルをつけている状況では分からないのがネックだなと感じた。
- ・ 3DCG VR コンテンツは馴染みのある器具を使用していたので、戸惑ったポイントは操作性のみだと思う。
- ・ 重要な作業であるメスアップの部分の操作性は改善したほうがよいと思った。
- ・ 現時点のコンテンツでは、実験中に左右へ動くことになる。現実で動いてしまうと怪我につながるので、動く必要は避けたほうがよいと思う。
- ・ 実験操作には慣れが必要だと感じた。ゲーム世代には理解しやすいと思う。
- ・ コントローラーの扱いに慣れるにつれ、ある程度実体験に近い経験ができた。
- ・ テレビゲームをほとんどやったことのない私にはコントローラーの操作が慣れず、悪戦苦闘した。
- ・ 操作性はもう少し簡単になると良いかと思うが、実際の器具を利用したように予習できる点は使えると思った。
- ・ コントローラーの操作に慣れるためのプログラムがあった方が、慣れていない学生のためには良いように感じた。
- ・ 器具を掴む精度が低く、器具の反応が悪い部分があったので、初めて実験を行う人は実験に集中できないおそれがある。

- ・物が机のギリギリに置かれていて、何度か器具を落としてしまった。
- ・指を5本使えると良いと感じた。
- ・実験手順を把握していたのでコントローラーの扱いに手間取っても楽しめたが、実験手順を理解していない高校生などにVRから体験させることは不向きだと感じた。
- ・コントローラーを使いこなせず、思うようにホールピペットをつかめない、ホールピペットが転がって落ちる、メスシリンダーが転倒するなどがあり、少し心折れそうだった。本校の学生だと、この時点でやる気を失くす可能性もあると思った。

(VR 端末についての感想)

- ・ゴーグルの付け方が簡易的で分かりやすかった。
- ・ゴーグルを着ける時に眼鏡がずれて、焦点が合わないことがあった。
- ・ゴーグルが重いため長時間の使用は大変だと感じた。
- ・ゴーグルの重さで首が痛くなるのではないかと感じた。
- ・メガネがあるとゴーグルを脱着しづらいと感じた。ピントも合いにくい。

(その他の感想)

- ・没入感がすごい。
- ・思った以上に美しい画像でした。
- ・とても素晴らしかった。本番がとても楽しみ。
- ・思った以上に楽しいコンテンツでした。
- ・想像以上に仮想空間ができていて驚いた。楽しかった。
- ・短時間でもかなり疲労を感じた。

② 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

(活用方法のアイデア)

- ・VR 実験は、入学前の事前学習やリモート授業、長期休暇中の実験のない時期、日々の実験の復習や予習などに活用すれば、より知識と技術が身に付くと感じた。
- ・実験の待ち時間や、手元が見えにくい実験の場合には利用できると思う。
- ・ヒヤリハット事例などの紹介などに良いと思う。
- ・360 度 VR 動画をくり返し視聴し、操作の流れが頭に入った上で VR を経験すると教育効果が上がると思う。
- ・事前にコンテンツを視聴していれば、スクーリングの際に実験の説明を省くことができ、実験の時間を多く確保できると思う。
- ・実験手順を確認する上で活用できると思った。実際には、ある程度のグループ分けをして、取り組ませるか、空き時間などを利用して、課題として授業時間外に取り組ませることもできるかと思った。

(コンテンツに関する改善点・課題・気になる点)

- ・手順を理解している人だけで行ったため、少しの間悩むだけで進みましたが、初めての

人がするにあたっては、途中まで誘導があればいいかもしれないと感じた。

- ・ 今の実験では実験ノートを見ながら実験をしているので、ホワイトボードの説明だけでは学生が進められるのかどうか分からないのが懸念点。
- ・ 初心者であれば、各手順のやり方についてのデモがあれば分かりやすいと感じた。
- ・ 初めて実験を行う人の利用を想定して、器具の名前を表示してもらいたい。器具を見せたり触らせたりしているが、なかなか覚えられない生徒も多い。
- ・ もう少し説明や器具、試料の名前があってもいいように感じた。
- ・ 薬さじを落したり試薬をこぼしたりしたが、VRなので罪悪感が低かった。操作でミスをした場合は減点などルールがあっても良いと感じた。
- ・ 温度（熱・冷）やにおいも感じる事ができればなおよい。温度を吹き出しやサーモグラフィなどで表示すれば、改善につながると思う。
- ・ ビーカーなどの透明度が高すぎてかえって見にくい。ビーカーに水を入れた際も透明度が高く、見えにくかった。もう少し着色した表現でも良いと思った。
- ・ VR ゴーグルが重いこともあり、ホワイトボードの指示を見るのがつらい。
- ・ 中和滴定については正面からの映像に加え、手元の拡大動画がピクチャーインピクチャー形式で見ることができると良いと思った。

（操作性に関する改善点・課題・気になる点）

- ・ ファミコンのようなコントローラーで扱えるコンテンツにしてほしい。ゴーグル部分は安価で用意できるが、コントローラーをそろえるとなると高価になると思う。
- ・ 最初の時点で利き手の設定が出来れば良いと思った。私自身が左利きであり、選択するレーザーのようなものが出るのが右手だった為、少し扱いにくいと感じた。
- ・ VR コントローラーを使わず、ファミコンのようなコントローラーで、十字キー＋コマンド選択式にすれば初学者にもなじみやすいと考えた。試薬をさじですくう際や、ビーカーを攪拌する際はモーションキャプチャーした 3D 動画が適していると思う。
- ・ 裏側へ行った時の対策として、初期位置に戻るような設定もほしい。
- ・ 視点の変え方について、スマホのアプリゲームのように好きなように視点を変えられるようにしたらいいかと思った。

（その他の改善点・課題・気になる点）

- ・ 全員にゴーグルを付けて体験させるとなると、それぞれが体験していることの管理が大変だと感じた。今回も 15 名程度が一斉に行ったが、それぞれに進度がことなり、フォローが難しいと思った。

③ 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

- ・ （機器分析化学実験）ガスクロや液クロなどの機器分析も操作のシミュレーションには良いと思った。注入する分量や結果はリアルではありませんが、理論を動画で学んで、VRで行うのはイメージが付きやすいと思う。

- ・ **（機器分析化学実験）**でたくさんの機器を扱うが、なかなか1人あたりのさわれる時間が短いので、VRで学びたいと思った。
- ・ **（機器分析）**などで、実際に壊して見られない装置のメンテナンスもVRの体験ができればよいと思う。
- ・ **（機器分析実験）**中和滴定等は実験器具の数も多いので、みんなが実験に参加できるが、機器分析実験は一度にできる人数が限られてくるため。
- ・ **（機器分析実験）**今回体験させていただいた中和滴定に加えて機器分析実験の内容も取組めれば、さらに知識と技術を得られるのではないかと感じた。VRで実際に機器に触れることができれば、より分析の力が身に付くと思う。
- ・ **（分析機器の授業）**実験で実機に触る前に装置の構造や測定原理を学ぶ場合、学生はイメージが湧きづらく、苦勞する。このような場面でVRは有効と考える。
- ・ **（定性分析実験）**おそらく定性分析実験を通してVRで経験できるようになると、定性分析実験の学習、ひいては技能士3級の受験対策に非常に強力なツールとなると思う。問題としては実験を進める際にルートは1つではなく、いくつものやり方があるので、どの条件をクリアすれば次のステップに進めるかの条件設定が難しいと思われる。
- ・ **（定性分析実験）**特に技能士3級の定性分析の範囲についてのコンテンツができれば、非常に有用だと思った。化学系の学科を持つ工業高校でも必要とされると思う。本校のカリキュラム通りの定性分析実験では、使用する試薬も多く、すべてを網羅することは難しい/開発期間が非常にかかると思うが、技能士3級の範囲だと7種類のイオンに限定されるので、現実的な期間で開発できるのではないかなと思う。
- ・ **（化学分析技能士の対策）**今回のシュウ酸ではなく、技能士で実際に扱う試薬、手法を使って滴定のVRがあればいいと思う。機器のメンテナンスやもしもの扱いもほぼ学ぶことは無いので、そのようなトラブルシューティング、普段はできない操作を学ぶことができればと思う。
- ・ **（技能士3級の実験練習）**をするコンテンツは必要だと思う。定量は滴定操作となり、今回のものと近いが、定性分析実験も色の変化、沈殿などの様子など、変化した様子を実際にVRで体感できることは、効果的であると思う。
- ・ **（バイオ系実験での無菌操作）**クリーンベンチ内での操作はクリーンベンチという構造物の影響で教員による演示が見にくい。クリーンベンチ内での操作は細かな操作が多いが、その1つ1つが大切で怠るとコンタミネーションの原因になる。そのため、細かな操作を修得するためにVRは有効と考える。
- ・ **（バイオ系実験の器具操作）**細菌や遺伝子を扱う際、実験で用いるマイクロピペッターは、学生一人1つはないので、どうしても説明が分かりにくく、何度も分けて説明しなければなりません。コンテンツやスライドで説明し、VRでイメージすれば、力加減は難しいとしても、実際の触れた際には、ある程度使いこなせると思う。
- ・ **（後期の定量分析実験の中和滴定の際にするpHメーターの校正）**pHメーターの校正

は VR コンテンツで実施しやすく、初めて使う器具もあるので VR で行う意義がある。実験手順は少ないが、理解しにくい部分があるので、VR で理解を深めるのがいいと感じた。

- ・ **（クリーンベンチで行う無菌操作や分析機器）**の操作を体験したい。
- ・ **（実際に使うと危険な薬品・非常に高価な試薬の実験）**の場合に利用すると、理解が深まると思う。

3.1.3. 試用検証の結果分析

この試用検証を通して、プロトタイプ的に開発した中和滴定実験を題材とする「3DCGVR コンテンツ」「360 度 VR 映像コンテンツ」は実験教育への活用が期待できることが明らかになった。一方で、特に「3DCGVR コンテンツ」については大きく以下の 2 系統の課題が明らかになった。

① 機器操作・コンテンツ操作等のユーザビリティに関する課題

試用検証に参加した学生や教員は全員が VR 機器に触れた経験がなく、今回の試用検証が初体験となった。そのため、コントローラーの操作方法の理解やコンテンツ上で求められる動作等に慣れるまでに時間を要した。また、器具をつかみ方や操作方法がわからない、器具を落としてしまい進行不可になるなど、充分に実験学習を進めることができない参加者も散見された。加えて、VR 酔いを指摘する参加者も多かった。

これらへの対策として、VR 機器への慣れ、コンテンツ内での器具の操作方法のガイド、VR 空間内での操作支援(オブジェクトの操作判定の緩和等)などが課題として挙げられた。

② 学習の位置づけを踏まえたコンテンツ構成の課題

試用検証に参加した学生や教員は全員が、中和滴定実験の手順や実験器具等に関して精通していたが、初学者が利用するにあたっては、実験の手順や器具の名称が表示されるなど、実験の進行補助が必要ではないかとの意見が多数挙げられた。

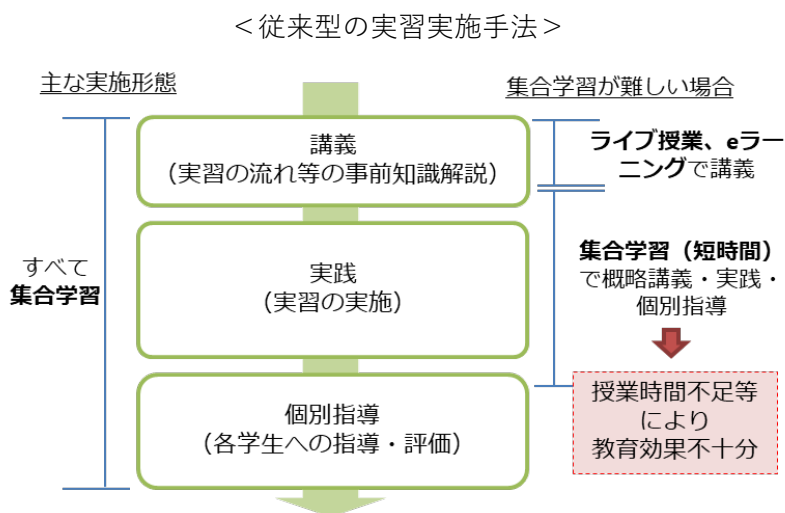
以上の課題を踏まえ、遠隔教育モデル及び各種コンテンツの検討に着手した。また「3DCGVR コンテンツ」については、プロトタイプ版をもとに、上記の課題を踏まえて具体的にどのように改修するかについて議論を行い、開発を進めた。

3.2. 化学分野等での実験・実習における遠隔教育モデルの検討

3.2.1. 遠隔教育モデルの概要

本事業で構築する遠隔教育モデルは、化学分野等における専門学校専門課程の実験実習を学習ターゲットとする。

分野を問わず専門学校の実習科目の教育は、基本的に集合学習形態が常であり、長期に渡って繰り返し講義と実践・個別指導を行う中で、技術を習得させるのが一般的であった。昨今の社会情勢から集合学習が実施困難となり、その代替手段とされているのは、映像学習への転換、短時間・少数での集合学習、それらの組合せ等である。しかし遠隔教育段階での学習者の理解度不足、集合学習の短時間化などを要因として、必要十分な学習効果を得られるとは言えない状況にある。

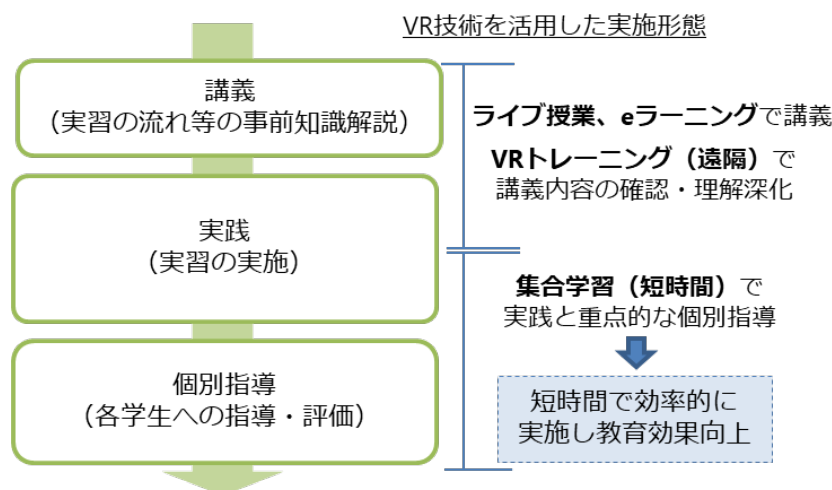


そこで本事業では、遠隔教育の充実により短時間の集合学習の効果を最大化し、従来手法よりも高い教育効果を得ることを目標として、VR 技術を活用した技能トレーニングを組み込んだブレンディング型の遠隔教育モデルを構築する。

実習科目の授業は大きく「講義」「実践」「個別指導」の3段階で進行する。本モデルではまず、「講義」をeラーニングやライブ授業で実施することを想定する。さらに、VRトレーニングを活用した遠隔教育により「実践」の一連の流れをバーチャル空間で体験させると同時に、実験器具の扱い方や作業の流れ、注目するポイントなど「講義（事前知識解説）」で取り扱う内容に関する理解を深めさせる。その上で集合学習を実施し、「実践」と重点的な「個別指導」を行う。このような形態とすることで、講師は画一的な講義や実験の流れの説明などを行う時間を短縮でき、技術力向上に必要な個別指導に時間を割くことができる。ま

た学習者は充実した事前知識を持って実習に取り組むことができる。これにより、短時間の集合学習で最大限の教育効果を期待できる。

<本事業の遠隔教育モデル>



なお、現状は専門学校の実験・実習への VR 技術等の先端技術の適用は試行段階である。化学分野も然ることながら、他分野も含めても、専門学校での実験実習への本格導入に至った事例は見受けられない。海外での教育機関等での導入事例や、国内の民間事業者の教育サービス等の類似事例は見受けられるが、前章で報告した調査結果から、国内の専門学校への本格導入の実績を持つ事例や、本事業の構想に適合する事例は見受けられなかった。本事業では、こうした事情を踏まえ、後述の各種実験コンテンツのプロトタイプ開発を実施した。ただし、今後も海外事例や民間事業者の類似事例の情報収集は継続的に実施し、高い適用可能性が期待できる事例については、積極的に本事業の成果へと取り込むことも検討する。

3.2.2. 遠隔教育の導入範囲

本事業で構築する遠隔教育モデルは、化学分野をはじめ、バイオ・農業・医療・美容など実習科目を中核とする関連分野にも適用する想定で検討する。このモデルの具体化を行うにあたって、まず実施主体である本校が教育する化学分野にてモデル化を試みる。

導入対象とするのは、本校の専門課程平日学科の共通科目である実習科目「基礎化学実験」である。この科目で取り扱われる学習内容は、特定の実験手法を学ぶだけでなく、実験室での安全教育や器具の扱い、レポートの書き方など実験に関連する汎用的な技能の醸成を学習目的としている。他分野でも取り扱うことの多い学習項目も含まれているため、本事業で構築される遠隔教育モデルは当然のことながら、各種コンテンツをそのまま多くの専門学校が活用できるほか、化学分野のリカレント教育・高専連携教育でも活用可能である。

当該科目は通常、集合学習で実施される科目だが、取り扱う学習項目はそのままに、遠隔教育で実施する想定で再構成を行った。シラバス（案）を下表に示す。時間数は計 90 時間で構成され、そのうち 36 時間は遠隔教育で実施する。これを素案として、具体的なライブ映像・e ラーニング・VR トレーニングの時間配分やコンテンツの内容、遠隔教育と集合学習の時間配分、従来型の教育手法との教育効果の差異などについて検討・検証を行い、そこで得られた知見を本事業の遠隔教育モデルとして取りまとめる。

なお、下表に示すのは現行案であり、次年度以降の事業推進の過程で議論を進め、導入対象の時間数や科目数の拡張も視野に入れて検討していく。

＜日本分析化学専門学校 平日学科共通 実習科目「基礎化学実験」シラバス＞

学習回	形態	学習テーマ	実施手法	時間数
第 01 回	講義	安全教育、器具の取り扱い	遠隔授業（ライブ・eL・VR）	6.0 時間
第 02 回	講義	実験ガイダンス① レポートガイダンス	遠隔授業（ライブ・eL・VR）	6.0 時間
第 03 回	実習	中和滴定（化学的滴定法）	集合学習	27.0 時間
第 04 回		クロマトグラフィー		
第 05 回		アセチルサリチル酸の合成		
第 06 回	講義	レポート指導①	遠隔授業（ライブ・eL） 個別指導	6.0 時間
第 07 回	講義	確認テスト	遠隔授業（eL・VR）	6.0 時間
第 08 回	講義	実験ガイダンス②	遠隔授業（ライブ・eL・VR）	6.0 時間
第 09 回	実習	細菌学的検査	集合学習	27.0 時間
第 10 回		中和滴定（電位差滴定法）		
第 11 回		アセチルサリチル酸の合成・再結晶の効果判定		
第 12 回	講義	レポート指導②	遠隔授業（ライブ・eL） 個別指導	6.0 時間
単位数 3 単位 学習時間数 計 90.0 時間（内、遠隔 36.0 時間、集合 54.0 時間）				

3.3. 3DCGVR トレーニングコンテンツ

3.3.1. 開発概要

今年度開発した 3DCGVR トレーニングコンテンツは、本校の実験科目「基礎化学実験」のうち最初の実験である「中和滴定」を題材としている。前年度に開発したプロトタイプ版をもとに、前掲の試用検証の結果を受けて課題の洗い出しを実施し、コンテンツや機能の拡張をしてブラッシュアップする形で開発を進めた。

本コンテンツは、実験前の事前準備として、e ラーニングでの知識学習や、360° VR 映像コンテンツで実験の流れを学習した後に、更なる理解の深化を行うために使用される想定である。

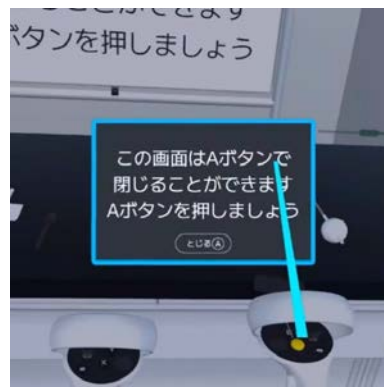
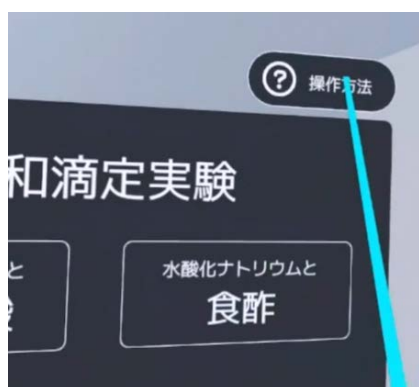
本コンテンツを利用する学習者は、HMD タイプ（ヘッドマウントディスプレイ）の VR 端末（Meta Quest 2）を装着して学習を行う。インタラクティブなコンテンツとなっていて、学習者はバーチャル空間上に用意された 3D オブジェクトの実験器具や試薬を操作して、実験を進行させる。その際、実験器具の誤操作をしたり、実験手順を誤ったり、異なる器具・試薬を使用したりすると、エラー表示が出たり、実験結果が失敗になったりするというゲーム的な要素が盛り込まれている。

3.3.2. 主な改修のポイント

前掲の「令和 3 年度開発成果の試用検証」に掲載したプロトタイプ版に対する学生・教員からのフィードバックをもとに議論を進め、改修ポイントを具体化した。今年度実施した主な改修のポイントは以下の通りである。

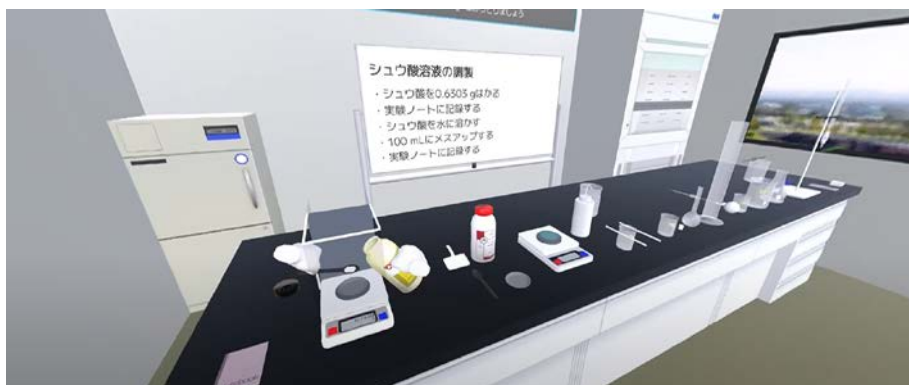
① 操作ガイドコンテンツの追加

- VR 実験室内での移動方法、メニューの使い方、実験器具や試薬等の操作方法など、学習に必要な基本的な操作を習得するためのコンテンツを追加



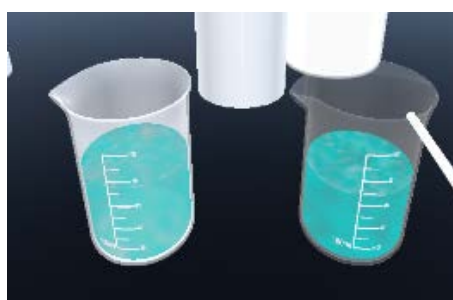
② 物理判定と器具の位置調整

- 実験器具の誤操作や落下などを防止するために、机を広くして器具を離して配置するとともに、物理判定を広げたり、器具を落下しないようにしたりして調整



③ オブジェクト（実験器具・試薬等）の改良

- 透明度が高く見づらい実験器具について透明度を下げたり、溶液の滴下時の演出を見やすくしたりなどして調整



※改修後：左、改修前：右

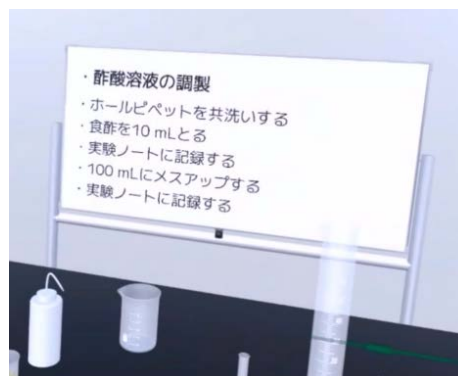
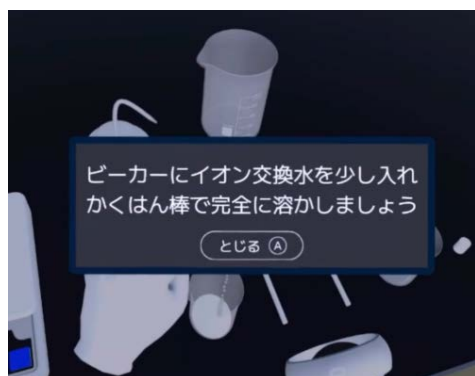
④ 実験器具や試薬の名前の表示

- 3D オブジェクトに近づくと実験器具や試薬の名称が表示されるように調整



⑤ 実験手順ガイドの強化

- 初学者向けに実験手順を進行に合わせて細かく表示。
- ガイドの表示をせず、学習者が実験手順の理解度をテストできるモードも用意。



⑥ 誤操作に対するフィードバック

- 基本的には実験操作はガイドにより一本化。
- 一部の誤った操作に対して警告の表示によりフィードバックを行う。



⑦ 温度やにおいの可視化

- 温度変化やにおいの変化を吹き出しで表示。



⑧ その他の改修ポイント

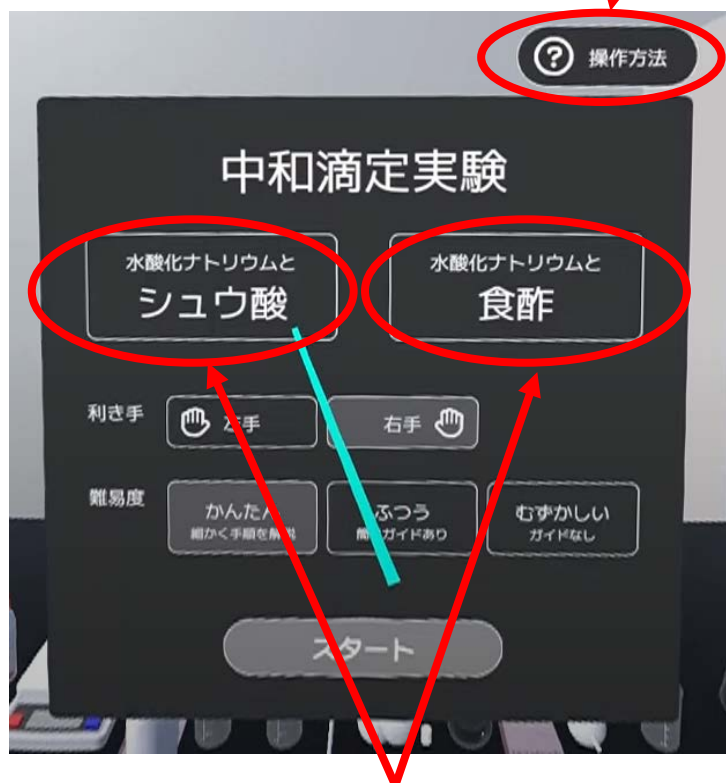
- VR 酔い対策の導入（移動時に視野を狭める）
- メニュー等のインターフェースの改良
- 器具や立ち位置を初期位置に戻すメニューを追加
- ボタンが見えやすいように器具をつかんでいない際はコントローラーを表示
- 「利き手」の選択メニューの追加
- 次に操作する実験器具や試薬の名前を青く表示

3.3.3. コンテンツ構成と学習の流れ

本コンテンツでは前年度を踏襲して、「水酸化ナトリウムとシュウ酸 2 水和物の中和滴定」と「食酢と水酸化ナトリウムの中和滴定」の 2 系統の中和滴定実験を、VR 端末(Meta Quest2)で体験することができる。

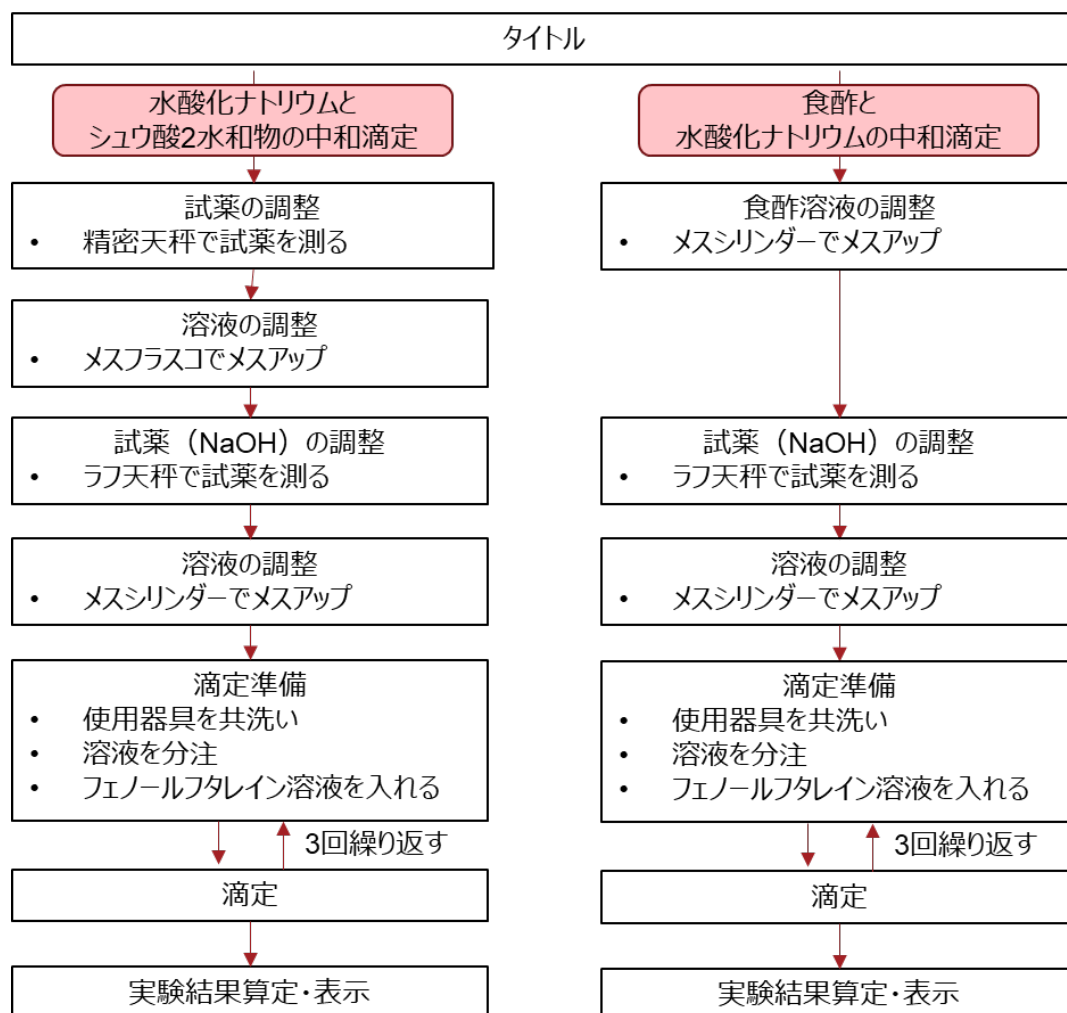
学習者は本コンテンツにアクセス後、下図に示すように、どちらの実験を実施するかをメニューから選択することができる。また前項で述べた通り、学習前に操作のチュートリアルを体験できる「操作説明」というメニューを追加した。

「操作方法」を押すとチュートリアル開始



いずれかを選択して「スタート」を押すと実験開始

上記メニュー選択後、学習者はバーチャル空間上で操作可能な 3D オブジェクトとして設置された実験器具や試薬を用いて、以下の流れで実験を進めていく。



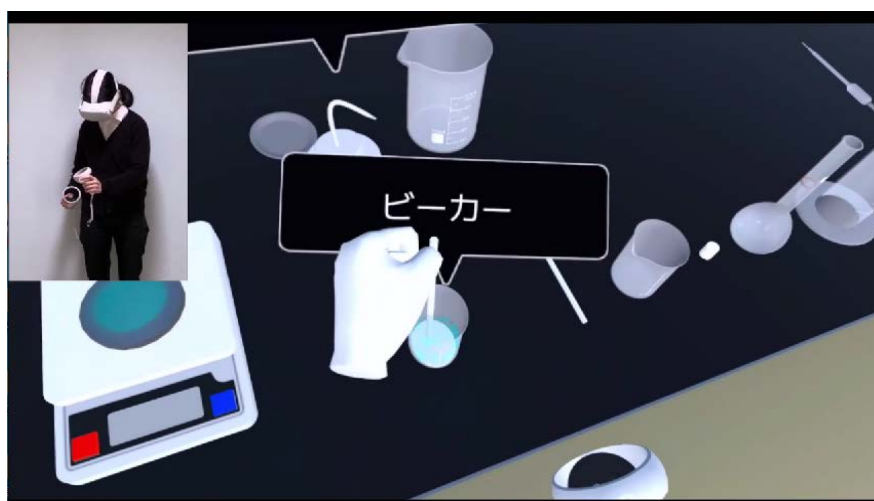
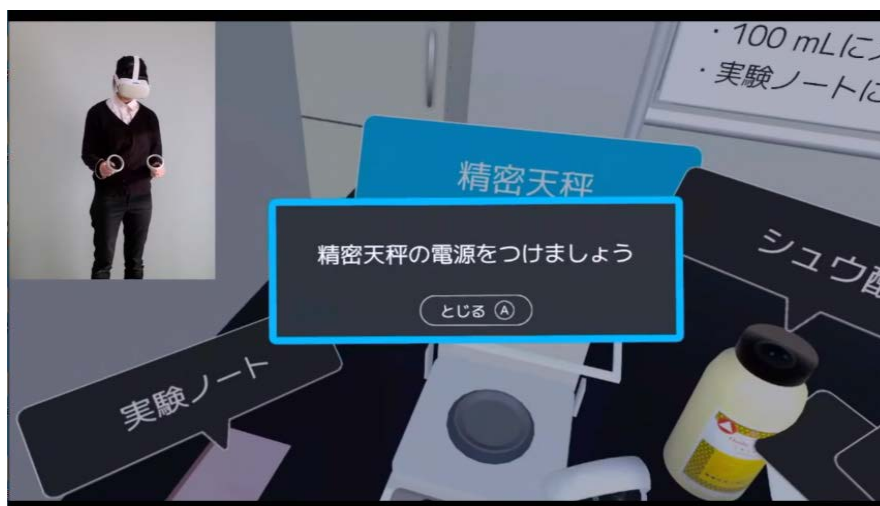
3.3.4. コンテンツイメージ

今年度開発した 3 DCGVR トレーニングコンテンツのイメージを以下に示す。

本コンテンツの学習では、基本的に画像で示すように、学習者が正しく 3D オブジェクトの実験器具等を操作することによって学習が進行する。基本的な実験の流れは、前掲のようにガイドが表示されるので、ガイドに従って学習を進めていく。

なお、本コンテンツ内での実験器具の操作は、あくまで VR 端末に付属するコントローラーで行われるものであり、実際の実験器具の操作とは異なる。例えば、ビュレットの操作は、実際には左手でコックを握り込んで少しずつ回すことで滴下量を調整するが、本コンテンツ内ではコントローラーのトリガーを押し込む強さで調整する。このような実際の操作と

VR コンテンツとの間で異なる点が随所に存在するため、実験の全体の流れを把握するためには効果を期待できる一方、特に実験器具の操作・取り扱いなどについては実際の実験実習の際にフォローする必要がある。



3.3.5. 改修版コンテンツに対する教員のフィードバック

(1) 再検証の実施概要

今年度開発した 3DCGVR コンテンツに対して、本校（日本分析化学専門学校）の化学系科目の指導教員が再度の検証を実施した。対象者はいずれもプロトタイプ版の試用検証に参加した教員である。実施概要は下表の通りである。

開催日時	12/19（月）、12/20（火） 日本分析化学専門学校 ※2日間の期間中、任意の時間で教員各自が体験を実施
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 教員 7名 ※全員が5月の第1回 教員対象 VR 実証講座に参加した教員
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（改修版）
評価方法	・VR コンテンツ体験後アンケート

(2) 体験者アンケートの構成

再検証に参加した教員に対し、主に以下の4項目について、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 前回（5月）の際の体験との比較について
- 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

(3) 体験者アンケートへの回答結果

再検証に参加した教員から寄せられた意見について、以下に記載する。なお、自由記述を適宜要約・分割して整理していることに留意頂きたい。

次年度以降、以下の意見も参考にしながら改めて課題を分析し、更なる発展に努める。

① VR コンテンツや VR 端末を体験した感想について

（コンテンツの内容（実験内容・器具等）について）

- ・ 注意事項などが出てくるところは分かりやすく、ホワイトボードの手順も見やすく感じた。
- ・ 実験器具にもラベルが貼られているので、使いやすいと感じた。
- ・ ゴーグルをつけた状態でも、スティックが見えており操作しやすいように感じた。
- ・ 自身が操作に慣れたということもあるかもしれないが、とても使いやすかった。

- ・ 水酸化ナトリウムを混ぜる際の「温度上昇」などの表記はより現実に近く良かった。
- ・ 次に進むための条件判定が厳しくて、なかなか先に進めない。例えば本当の実験操作では 0.6303g を計り取れなくて多少増減していてもファクターを使って実験を進めることができるが、今回のプログラムではきちんと計らなければ先に進めないようだった。
- ・ 実験では、使用済みの器具、ガラス棒やスポーテルを入れるところが無いので、困った。

(VR の操作について)

- ・ VR の使用が 2 回目でしたが、やはり 1 回目よりも操作が慣れてきた感覚があった。
- ・ 掴む動作がうまくできませんでしたが、比較的難易度は易しいものになったと思った。
- ・ スティック状で掴む動作が難しい。
- ・ 精密天秤の扉の開け閉めやホールピペットなどを掴むのは難しかった。

(VR 端末の負担感について)

- ・ ゴーグルが重く、疲れた感じがする。
- ・ 頭の装置がすごく重く、中和滴定操作までで疲労感は大きく感じた。
- ・ やはり長時間ゴーグルを装着していると酔ってしまう。
- ・ たったの 30 分弱だったが、酔ったような感じになった。
- ・ これまでよりも長い時間、使用した。操作している姿勢は、普通に立ったままの状態とは異なる。また、自身がその姿勢に慣れていないこともあり、足腰に疲労がたまりやすいと感じた。慣れるまでは、座ったまま取り組んでもっても良いのかと思った。

② 前回（5 月）の際の体験との比較について

(操作性の改善について)

- ・ 以前よりも、全体に操作はしやすいと感じた。2 回目ということもあると思うが、「慣れ」の重要性を感じた。
- ・ 実験台の移動がとても動きやすいと感じました。器具が落ちるというようなことがなくなったことも理由であると思います。その分、酔うことは減ったように感じる。
- ・ 扱いが分かりやすくなり、だいぶ実験を進めることが出来た。
- ・ 前回の修正も施されており、左利きでも使いやすくなっていた。
- ・ 操作性があがっていると感じた。
- ・ 器具や試薬類は掴みやすくなっていたと思います。試薬瓶の開け閉めなどのしやすくなっていたと思う。
- ・ メスアップや秤量などは現実に近づいたと思う。もう少し厳しい判定ができれば、メスアップの重要性や難しさが伝わると思う。

(操作補助（ガイド表示など）の改善について)

- ・ ガイドが出るため、どのボタンを操作すれば良いのかが分かって進めることが出来た。
- ・ 画面上にスティックの絵が出て、どのボタンを操作するのかなどの表示が出てくるようになっていて、操作しやすくなっていて良かった。

- ・ それぞれのオブジェクトに吹き出しが付いて、何かがよく分かるようになった。
- ・ 温度表示もわかりやすく、楽しくできた。
- ・ 難易度を「やさしい」で実施した。いろいろな表示がでてくる前提のモードではあり、選べることは良いと感じた。一方、文字サイズが大きく、器具等に重なって表示されるのが、ゴチャゴチャしたような感覚になったのも事実。
- ・ 実験操作などの表示内容をレベルによって変えることができるようになっていて良かった。

(その他の感想)

- ・ 以前よりヴァーチャルリアリティを感じられた。
- ・ 前は時間の関係上、滴定操作まで行くことはなかったが、今回は短時間で滴定のところまで進めることが出来た。

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

(活用方法のアイデア)

- ・ ある程度の人数で取り組むとなると、一定のスペースが必要となる。仮に基礎化学実験で使わせるとなれば、中和滴定をするグループ全員に取り組ませたいと考えていたが、広さの制約があるならば数人の学生に取り組ませている様子を他の学生がモニター越しに見せるだけでも勉強になると感じた。
- ・ 1年生のガイダンスで、全体の流れを覚えるのにはとても良いと思う。
- ・ 基礎化学実験で補講になる学生もいるため(今年3名ほど)、補講の前に VR で復習をしてもらい、補講でより深く理解してもらうように活用できるのではないか。
- ・ 簡単モードで行うと操作だけでなく試薬や機器の名前も覚えることが出来てよいと思う。実験操作の復習にも役立つと感じた。
- ・ 避難訓練などで、消火や地震体験
- ・ 機器分析などのメンテナンス

(コンテンツに関する改善点・課題・気になる点)

- ・ 対象学生のゴーグルの映像を外部のモニターに映し出したいと思った。今回のようなシチュエーションで指導をする上では必要だと感じた。
- ・ 途中からスタートできる機能があるとよい。(Xボタンで一個前の操作に戻る、等)
- ・ ホールピペットで溶液を量り取る時に、標線を越えてしまった場合に量を減らす操作ができないなど、操作を間違った時などに1つ前の操作に戻ることもできず、シミュレーションが止まってしまうことがあったので、改善してもらいたい。
- ・ 掴む操作が簡単になると扱いやすい。
- ・ VR の操作 (スティック操作) を練習してから、本番に臨む方がスムーズにできて、操作性に気を取られることは少なくなり、その分教育効果も上がると思った。そのため、操作に慣れるためのプログラムがあると良いと思う。

- ・ ビュレットの共洗いまで出来ない。溶液をビーカーから注ごうとしても、奥行きが分からず、全く注ぐことが出来なかった。
- ・ 途中で失敗してしまった時もどれを何で使ったか忘れてしまったので困った。使用済みのものは別の色で発色させるなど印をつけたらいいかなとは思った。
- ・ 出し過ぎた試薬の廃棄場所として、塵取りを設置されていたが、そこが廃棄場所という表示が出ていないため、分からなかったので、表示を出してほしい。
- ・ VR コントローラーでは実際の実験での操作方法（手つき）と同じことをするのは難しいので、薬品を天秤で計る操作などはゲームのようなコマンド入力方式にして、視覚的に判断が必要な標線合わせや的提示の溶液の色の変化、ビュレットの数値の読み取りなどを現実と同じような3D画像でみて判断させることで、教育効果が上がると思う。
- ・ レベルを上げた場合には、メスアップやホールピペットでのはかり取りについて、もう少し厳密な方が覚えられると思った。
- ・ VR コンテンツで行う操作方法是実際の実験通りであっても実際に行う操作方法（手つき）とは異なるので、天秤での試薬の計り取りなどは3Dで表示する必要性は低いと感じた。
- ・ 画面の端の方にアイコンなどを表示して、条件をクリアした場合にはアイコンやその色が変わるなどして頂いた方が良いと思う。（何が悪くて先に進めないのかが分からない）
- ・ ゴールに至るために1つのルートしかないのか、複数のルートがあるのかは、コンテンツ開始時のイントロダクションで示すと良いと思う。（実際の実験では複数のルートがあるはずだが、シミュレーションのため、ある程度限定されるのは仕方がないと思う。）

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

- ・ **（器具や試薬の取り扱い）** 例えば、実験器具の使用方法や、試薬の取り扱い（水酸化ナトリウムに水を加えると発熱する等）の扱い方が3Dでわかればいいかなと思う。
- ・ **（器具の取り扱い）** おそらく手順よりも器具の取り扱いについて勉強した方が実際の実験では有効活用出来るかなと感じた。
- ・ **（器具を洗うなどの基礎操作）** 難しい実験よりも、基礎固めをするような実験のパターンが他にもあればいいと感じた。VR上では、共洗いをリアルにはできなくても、手順として体感させられることが大事だと感じる。実際には限られた器具で実験を進めるため、器具を洗いながら実施している。洗うという操作も、どこかで表現できると面白いと思った。
- ・ **（技能士3級の中和滴定）** 中和滴定の流れで開発をする場合、技能士3級の中和滴定（炭酸ナトリウムの定量）を作りたい。
- ・ **（定性分析実験）** 中和滴定とは異なる実験を開発するならば、同じく技能士3級の定性分析実験を作りたい。特に手順が大事になる実験です。操作性の細かさは中和適性ほど

ではないが、予習をした上で、VR で試薬同士の反応を示すことができれば、高い学習効果が得られると思う。

- ・ **（定性分析実験）**のように色の変化など視覚での判断を多用する実験で、複雑な手先の操作を必要としない（混ぜる、ろ過する程度の操作のみ）の実験に非常に適していると感じた。
- ・ **（酸化還元滴定、キレート滴定）** 1年後期の実験である、定量分析実験の、酸化還元滴定、キレート滴定などをVR化できたらよい。
- ・ **（酸化還元滴定、キレート滴定）** 滴定の基本フォーマットができていますので、その他の滴定の種類への応用は可能だと思う。キレート滴定と酸化還元滴定は化学分析技能士1・2級の課題でもあるので、コンテンツ化の候補としては有意義だと考える。
- ・ **（機器分析実験）**の各種機器の基本的操作方法の修得もVRで可能だと考える。
- ・ **（機器分析実験）** 実験及び機器のメンテナンスやトラブルシューティング
- ・ **（SDS から応急処置の体験）**
- ・ **（大腸菌などの培養実験など）** 基本的にすべての実験の手順確認には活用できると思うが、細かい判定が難しいので、大腸菌などの培養の実験ならば量的な精密性は求められないので、利用できると思う。また、PCR など試薬の種類と混ぜ方、機器の条件を設定して行う実験の場合も、手順に確認には役立つと思う。

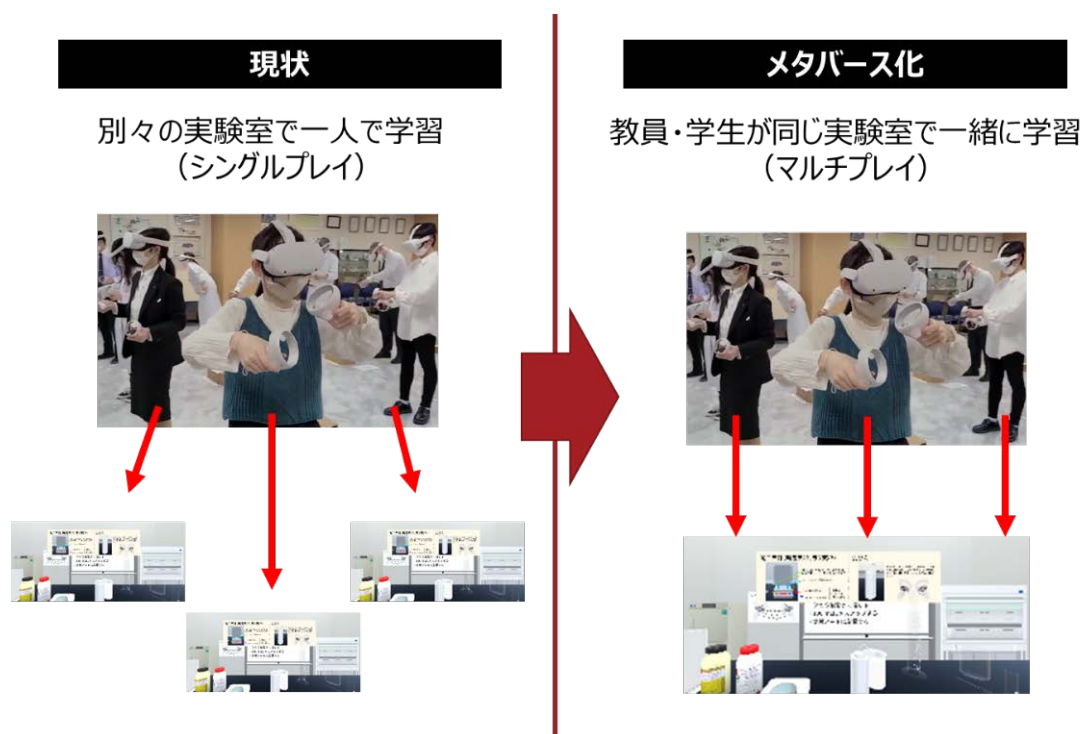
3.3.6. 3DCGVR コンテンツの拡張開発の検討

今年度の開発成果や後述の試用検証・実証講座の結果を受けて、VR コンテンツを活用した教育の質的向上や運用の安定性を担保する観点から、「(1)メタバース化」と「(2)マルチデバイス化」の2系統の拡張開発について検討を行った。以下、それぞれの要旨について記載する。

(1) メタバース化

昨年度から今年度にかけて開発を進めた中和滴定 3DCGVR コンテンツは、VR 端末を装着しスタンドアロンで運用するコンテンツであり、学生は各自の端末で学習を進める。VR 端末の特性上、学生が装着してコンテンツを利用している状態では、基本的に外部から学習の進捗状況は確認できない。このような環境においては、特に担当教員が学生の進捗状況をリアルタイムに把握し、必要に応じて助言・指導を行うなどの学習フォローが困難であることが課題である。

この課題の解決策の一つとして、コンテンツの「メタバース化」が挙げられる。1つのVR空間（実験室）に学生・教員がアバターで参加し、他の参加者の動きやコンテンツの利用状況が同期される仕組みである。このような環境を実現することができれば、教員がそれぞれの学生の実験の取組姿勢・進捗状況等を確認したり、教員・学生間や学生同士で指導・アドバイス・相談等のコミュニケーションをしたりすることが可能となる。



そこで今年度はプロトタイプとして、下図に示すように、1つの実験台が設置されたVR空間に、教員や学生が複数名参加することができるよう、拡張開発を実施した。この開発成果をもとに次年度以降、メタバース化の機能やそれを活用した教育手法について議論を深めていく。



(2) マルチデバイス化

現状の3DCGVRコンテンツは、利用者自身が実際に手を動かして3Dオブジェクトを操作しながら実験を進行させるという、インタラクティブ性の高いコンテンツとなっている。これを実現するために、本コンテンツでは利用環境をVR端末（Meta Quest2）としているが、このハードウェアの利用に伴っていくつかの課題が発生している。

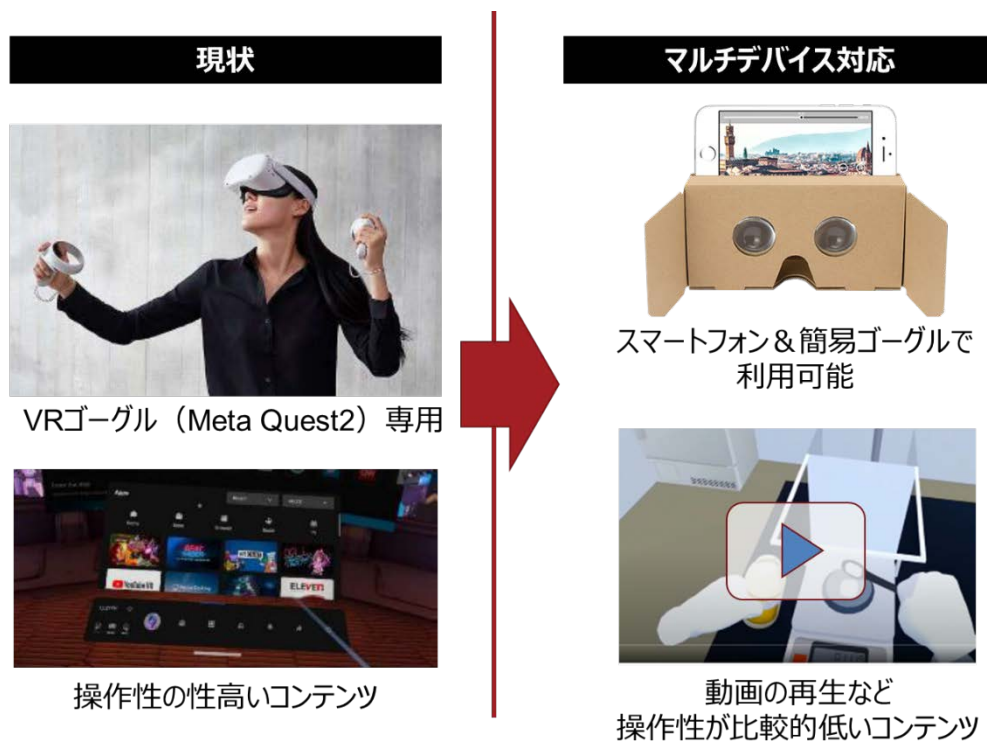
1つは、VR端末がまだ十分に広く一般に普及している段階とはいえず、学生・教員ともにハードウェアを各自が保有しておらず、利用経験もないということである。そのため、利用にあたっては少なからず時間・手間・技術等を要する機材調達・セットアップなどの作業が事前に必要である。また利用時には、学習以前にハードウェアの基本的な操作方法の説明など手厚い支援も不可欠である。したがって、現段階では運用負担が比較的大きい。

もう1つは、身体への負担である。今年度実施した試用検証や実証講座の参加者から、「利用時にVR酔いを感じた」「ゴーグルが重く長時間の利用が辛い」など、VR端末利用による身体的な負担感について多く意見が寄せられた。これは現段階のVR端末というハードウェアの技術的限界であり、一般的にVR端末に対し指摘される課題である。今後の技術進歩によって改善することが予想されるが、現時点で即時の解決は望めない。

これらの課題に対する一つの解決策の案として、VRコンテンツを他のデバイス（特にスマートフォンやパソコン）で利用する形に並行的に展開する方策（マルチデバイス化）を検討することとした。その具体案として今年度は、3DCGVRコンテンツをもとに360°映像コンテンツを製作した。

本コンテンツはVR端末と同じVR実験室において、一人称の視点で実験手順等の確認を行うことを目的としたコンテンツだが、3DCGVRコンテンツとは異なり、3Dオブジェクト

の操作などを行うことはできず、映像を視聴する学習形態である。安価で入手しやすい簡易VRゴーグルとスマートフォンを使用することで、3DCGVRコンテンツに近い臨場感を得ることができる。本コンテンツについても次年度以降、教育への活用や効果等の検証を行っていきたい。



なお、マルチデバイス化の検討により作成した今年度の成果物については、後述の「360°VR映像コンテンツ」の項に詳細を掲載する。

3.4. e ラーニングコンテンツ（講義映像）

3.4.1. 開発概要

本事業で開発する化学分野等での実験・実習等の遠隔教育モデルでは、前述の通り、まず実験に関する知識学習を、オンラインミーティングツールを使用したライブ授業や、e ラーニングにて実施する想定である。このうち、特に e ラーニングについては、受講者は講義映像教材を視聴しながら自主学習を行う実施形態を検討する。

前年度は、前掲の実習科目「基礎化学実験」のうち、冒頭の学習テーマである「安全教育」「実験ガイダンス」「レポートガイダンス」の学習内容を解説する映像教材をプロトタイプ開発した。これらの映像コンテンツは、本校の教員が電子黒板を使用して、講義資料を解説する形で進行する内容である。

今年度はまず、この前年度の開発成果を教員が視聴し、コンテンツの課題や改善点について議論を行い、課題や改善点の洗い出しを行った上で、映像教材のブラッシュアップを行った。

3.4.2. プロトタイプコンテンツに対する教員のフィードバック

前年度開発した各コンテンツに対して、教員から寄せられた意見を以下に列挙する。

(1) 「安全教育と水の取り扱いについて」の修正や向上に対する意見

- ・ 解説役の教員の声量で聞いていると演示役に切り替わった時に小さく聞き取りにくく感じる。
- ・ マニキュアの説明も爪が見えにくいのでイラストのフォローがあると良いのでは。
- ・ 画面に動きのある映像は良いと思うが、スライドを投影するのではなく画面共有のような形で副音声で行うと視線が教員に行くこともなく集中できると思う。
- ・ スライドにアニメーションがあっても良いと思う。
- ・ 実験器具類を示す動きが早すぎて見えにくいと感じた。落ち着いて実験器具類を示すと分かりやすい。
- ・ 安全教育のところで、もっと具体的にダメな事例を実際にやって見せて、大きく×を入れるなどした方が初心者にはイメージしやすいのでは。（例えば、白衣からパーカーのフードが出ている、くるぶしが見えるような少し短めのズボンを履いているなど実際に見せる）
- ・ 実験器具を片付けるという行動が籠に入れるだけというのは、誤解を与えそう。実際に所定の場所に片付けているシーンが必要だと思う。

- ・ その他にもナレーションだけで実際の行動がないもの、SDS のように異なる書類で代用しているものもあり、動画内の行動がアイコン的な、印象を与えるだけになっているので、動画学習のツールと考えると、もっと実際の行動を見せる必要があると思う。
- ・ 水の取り扱いも実験室で実際にやって見せる動画がある方が分かりやすいと思う。
- ・ 最後の器具の洗浄部分について動画を差し込むと分かりやすいと感じた。
- ・ 安全教育、水の取り扱いについて箇条書きで説明をしているが、それぞれの項目について静止画・動画での説明があった方が伝わると思う。リンスをする、という説明も箇条書きだけでは伝わらないと思う。
- ・ 演示のシーンは動きが速いので、少しスローにした方がいいと思う。
- ・ 2分18秒の車が通過する音がもう少し小さくできると良いと思う。
- ・ とても分かりやすかったと思う。

(2) 「器具の取り扱いについて」の修正や向上に対する意見

- ・ 3分07秒の付近でこすってはいけない理由を話しているが、文字でもフォローし視覚からも入る方が理解が深まると思う。
- ・ こちらは実験室に入ってから解説役の教員の言葉が聞き取りにくい（部屋の反響の問題だと思う。）
- ・ ラフ天秤は「本校ではそう呼びます」のような補足説明がある方が良いのでは。
- ・ ホールピペットの共洗い時、安全ピペットで吸い上げて横にしてから再度吸い上げる場面について、学生の実験を見ていた時に、安全ピペット内部にまで液が吸いあがっている学生が何人も見受けられた。量り取る時のように、標線以上に吸い上げて捨てるを3回繰り返す方が確実だと思う。
- ・ ビュレットの共洗い時、最初にコックが閉まっていることを確認する作業が抜けていた。途中で声が小さくなる箇所があるところが気になった。
- ・ 実際に実験器具が出てきたところは凄く良かったが、なおさら資料映像があるのなら全体的にテロップでポイントを加工して付け加えても良いと感じた。
- ・ 天秤のところでたまに手元カメラに切り替わるころが一番いいと感じた。
- ・ 実験器具類の取扱いは細かい動きが多いので、説明部分で重要な部分はクローズアップすると分かりやすい。
- ・ 動画の8分ごろの、「液体を抜いて。」の「。」→「、」に変える方が良い。
- ・ 天秤の使い方の際にボタンの基盤の写真をもう少し早めから載せておいて上げたほうが良いと感じた。（電源を入れるところから）

(3) 「実験の流れ(実証概要について)」の修正や向上に対する意見

- ・ 実際の実験操作の様子を動画で見せた方がイメージしやすく、理解も高まると考えられる。その意味で、360度カメラの動画の活用は良いアイデアだと思う。

- ・ 360 度映像を挟み込めるとわかりやすいと思う。特にビュレットなどの準備、共洗いやビュレットの扱い方、滴定操作。メニスカスシーンは可能であれば拡大した方がいい。
- ・ ガイダンスとしてスライドとイラストを使っでの説明を行ったが、実物を見せながらの説明があっても良いかと感じた。
- ・ 中和滴定は実際の滴定の様子、メニスカスの読み方を実際の動画で見せた方が良いと思った。P P で色が変わるシーンなどが必要だと思う。
- ・ 4 分 37 秒付近のメスシリンダーで 250mL にするの表現は、一般的なメスシリンダーは出したときにその量になるため、「ラフなので問題ない」もしくは「そのようなタイプのメスシリンダーです。」と表示出来たらよいのではないかな。
- ・ 地方出身者だから思うのかもしれないが、話すスピードが早いと感じる。知っている・使ったことがある方が聞く時は心地よいスピードだと思うが、実験初心者が聞いた時に、何回も動画を見直さなくてはいけなくなり、難しいと思われるのではないかと心配になった。
- ・ ピンク色で書かれている部分の文字が見えにくいと感じた。
- ・ 動きが多いと感じました。
- ・ 丁寧でわかりやすく良いと感じています。
- ・ スライドを用いた実験操作の解説は分かりやすく、このままで良いと思います。

(4) 「360 度映像」の活用方法に対する意見

- ・ 360 度映像で器具の取り扱い、実験の流れはおおまかにまかなえると感じた。実験の流れから器具の取り扱いなども具体的に分かるので、360 度映像を e ラーニングの実験の流れに組み込んだ方がより良いものになると感じる。
- ・ 「実験の流れ(実証概要について)」での活用に賛成。
- ・ 実験の流れの中で、360 度カメラの映像を、補足や実際の様子として活用する方法が良いと思った。
- ・ 360° 全方位から見られる動画なら良いと思うのだが、中心から外側に向けての 360° 画像はあまり必要ないと思う。
- ・ e ラーニングに 360 度映像を挟み込めるとわかりやすいと思う。「10:12 器具の準備や共洗いやビュレットの扱い方」「13:14 滴定操作」の 2 つの時間帯を映像を挟み込めるといいと思う。
- ・ 1 分付近の 溶液の調整の部分は「整（誤記）→調製」。
- ・ メスシリンダーで定容の下りは「実験の流れ（実証概要について）」で記載したが、定容する器具では無いので気になる。
- ・ 6 分 17 秒 共洗いなので、「2 回から 3 回」よりは「最低 3 回又は 3 回以上」が良いと思う。
- ・ 11 分 27 秒あたりで ビュレットから空気を抜くときの受けのビーカーがきれいな水

酸化ナトリウムの入ってるビーカーに受けているのが気になる。本来は廃液用のビーカーが良いと思う。

- ・ 同時に作業が進んでいるため、片方が見られなくて巻き戻しして確認しなければならず、同時進行は別々の方が良いと思った。
- ・ それぞれが失敗だったり成功だったりの例をやってくれているが、矢印などの誘導があった方が良いかなと思う。意外と距離が近く、一人しか目で追うことが出来なくて途中で見逃しも多々あった。
- ・ 中和滴定の、滴定しているシーンはあまりよくわからなかったと感じる。
- ・ 全体的な手の動かし方や姿勢を見るのにはいいと思った。色が切り替わる瞬間の手の動きもとらえたいのであれば手元カメラの映像も差し込んだ方が良いと思った。
- ・ ビュレットに溶液を入れる部分で、ビュレットスタンド越しで溶液をビュレットに入れており、見えにくいので、ビュレットスタンドを避けて入れると見やすい。

(5) その他の意見

- ・ 話スピードが良く次々、視聴したくなるころは良いと思う。やはり失敗事例や事故事例などはこういうコンテンツで体験できると良いと思う。
- ・ 360° は裏側もしっかり見ることが出来て良いと思う。実験室に紹介されていない登場人物は映らない方が良い感じがする。もし、映る場合は威圧感の無い感じだと良いのではないか。
- ・ パソコンからの視聴のみでの対応でしたら的外れな意見になってしまうが、手持ちのスマートフォンからでは画面の中央部しか見れなかった。
- ・ 改めて確認したところ、全体的に長いと感じた。特に実験器具から実験の流れのところ。
- ・ 安全教育のところで水の取り扱いについて学んだあと、それ以降、水に関して動画でも触れていないと思う。どこかでなんの水の種類か言った方が良いのかも感じる。
- ・ 実証概要に 360° を差し込むことに関して、尾崎部長の説明の途中でコックのひねり方、持ち方を説明しているシーンがあるが、もし 差し込むとなると動きがついてイメージが付きやすいと思うのでいいと思う。むしろ成功例、失敗例としてあらかじめ出して おくのも一つの手だと感じる。(後ほど 360° のゴーグルで学生自身が実際に体験すると思うので)
- ・ 実験器具類を扱う際は手元の動きをクローズアップすると分かりやすい。
- ・ 何度か練習を重ねてから本番の撮影に挑んだ方がよいと感じた。
- ・ 安全教育などの動画でも学生を活用してはどうか。特に、服装の不備のところでは 実際の学生の方がリアルな感じがするのではないかと思います。
- ・ 滴定などの実験では、実際のビーカー内の色の変化を定点カメラのように見せることも必要かと思った。
- ・ どこまで学習素材として広げるかにもよるが、滴定操作や現象、原理を補足する教材動

画もあれば、もっと分かりやすくなると思った。例えば、今回の実験の流れでは、ほぼ実験で行うことだけを話しているが、前提として「中和」ということがキーワードになる実験であるため、その点を詳しく説明する動画を加えると効果的かと思う。

- ・ プロジェクタの画像はもう少しコントラストを上げないと文字が薄く読みにくく感じた。

3.4.3. コンテンツ構成

「基礎化学実験」のうち、冒頭の学習テーマである「安全教育」「実験ガイダンス」の学習内容を解説する映像教材を本格開発した。内訳は下表に示すとおりである。開発に当たっては、前年度開発したコンテンツと基本的な講義の流れに変更はないものの、前項に掲載した教員のフィードバックを受けて授業内容・方法や映像構成のブラッシュアップを行った。

No.	標題	学習項目	時間
1	安全教育と水の取り扱いについて	① 実験室入室に関する注意事項 ② 試薬・器具類に関する注意事項 ③ 水の取り扱いについて	8 分 42 秒
2	器具の取り扱いについて	① 一般器具 ② 容量計 ③ 天秤	19 分 29 秒
3	中和滴定の流れ	① 準備する中和滴定 ② 試薬の調整 ③ 中和滴定準備 ④ 中和滴定操作	25 分 25 秒
3 本合計			約 54 分

なお、「中和滴定の流れ」については、前年度開発した「360° VR 映像コンテンツ」を随所に挟み込む形で映像を構成した。

「360° VR 映像コンテンツ」は中和滴定の実験の一連の流れを学生が演示し、講師が指導する様子が収録されている。この「360° VR 映像コンテンツ」から抜粋した映像を、講義資料で講師が解説する通常の講義映像の随所に挿入することで、より実験の手順を把握しやすいコンテンツを目指した。映像の流れは以下の通りである。

	2D 動画	360° 動画	映像時間
1	中和滴定の流れ①		6:11

2		中和滴定 360° ① シュウ酸の調製	1:52
3	中和滴定の流れ③		1:54
4		中和滴定 360° ② 試薬のはかり取り	1:34
5	中和滴定の流れ④		3:36
6		中和滴定 360° ③ ビュレットへ注ぐ	0:11
7	中和滴定の流れ⑥		1:15
8		中和滴定 360° ④ ビュレットのセット	0:35
9	中和滴定の流れ⑦		2:25
10		中和滴定 360° ⑤ 滴定操作	0:10
11	中和滴定の流れ⑨		1:58
12		中和滴定 360° ⑥ 滴定と色の変化	0:38
13	中和滴定の流れ⑩		0:56
14		中和滴定 360° ⑦ ビュレット目盛の読み方	0:46
15	中和滴定の流れ⑪		1:24
映像時間	20:37	5:46	25:25

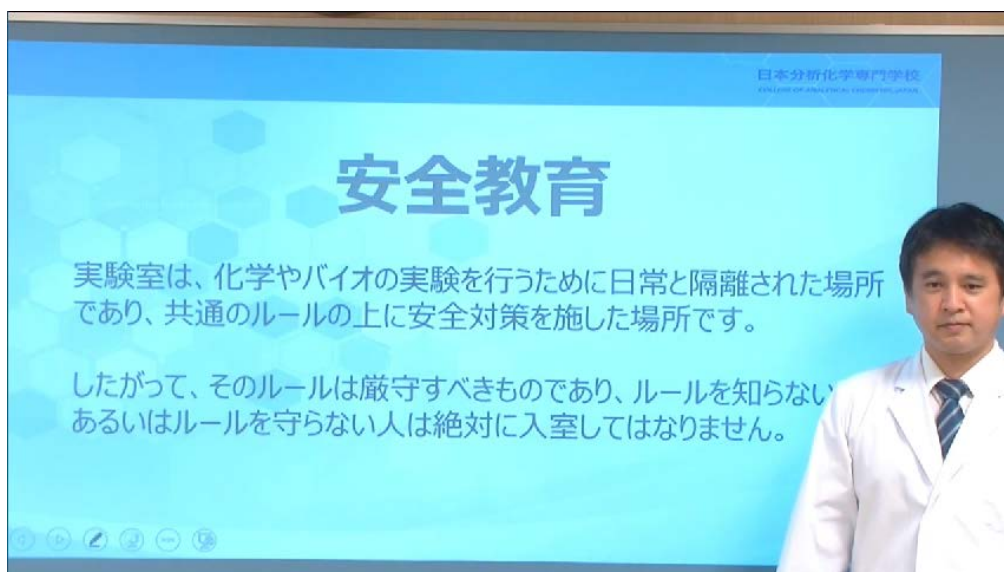
3.4.4. コンテンツイメージ

収録した講義映像教材のイメージ画像を以下に掲載する。

「安全教育と水の取り扱いについて」「器具の取り扱いについて」では、本校の教員が電子黒板を使用して、講義資料を解説する形で進行する。文字や図表・写真だけでなく、解説に合わせて実際に実験室で演示を行う様子を取り入れ、映像の随所に挿入されている。

一方、「中和滴定の流れ」については、前項に掲載の通り、講義資料での解説の合間に、「360° VR 映像コンテンツ」から抜粋した実験の様子が挿入される。360° 映像の特徴として、視聴者が画面を操作することで、視聴する方向を操作したり、特定の場所をズームしたりすることができる。また、手元に近い位置から撮影が行われているため、通常の授業では見えづらい手元の細かい操作を視聴することができる。

<安全教育と水の取り扱いについて 講義部分>



解説内容に合わせて画面を切り替え

<安全教育と水の取り扱いについて 実験室での演示部分>



< 中和滴定の流れ 講義部分 >

中和滴定の流れ

日本分析化学専門学校
COLLEGE OF ANALYTICAL CHEMISTRY JAPAN

【中和滴定による食酢中の有機酸定量】

酢

酸または塩基の性質の溶液が混ざり、互いの性質を打ち消すことを中和反応という。

この反応を利用して、いずれか未知濃度の酸または塩基溶液の濃度を求める実験操作を中和滴定とよぶ。

塩基

酸



解説内容に合わせて画面を切り替え

< 中和滴定の流れ 360° 映像部分 >

画面操作で任意の
方向に回転が可能



手元のズームなどが可能



3.5. 360° VR 映像コンテンツ

3.5.1. 開発概要

前掲通り、VR 端末（Meta Quest2）で利用する 3DCGVR コンテンツは一定以上の教育効果を期待できる一方で、ハードウェアの取り回しや VR 酔いなどに関する課題が指摘されている。これらの課題に対する一つの解決策の案として本事業では、VR コンテンツを他のデバイス（特にスマートフォンやパソコン）で利用する形に並行的に展開する方策（マルチデバイス化）を検討することとした。その具体案として今年度は、3DCGVR コンテンツをもとに、360° 映像コンテンツを製作した。

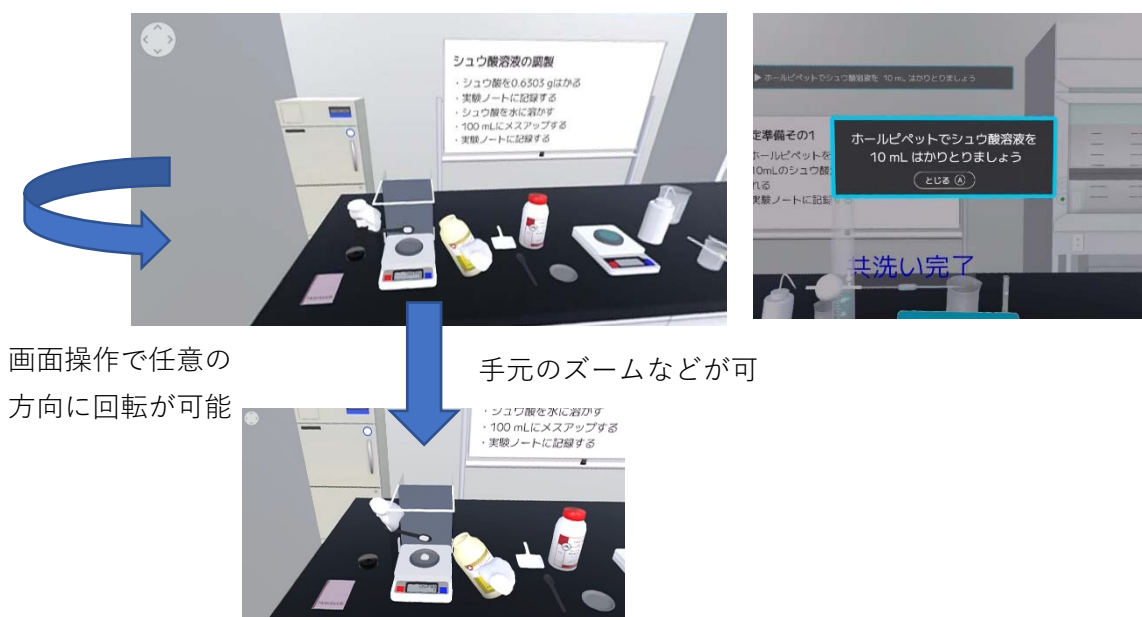
本コンテンツは主にパソコンやスマートフォンでの利用を前提として、映像形式の e ラーニング学習に近いイメージで作成した。内容構成は基本的に 3DCGVR コンテンツと同様で、中和滴定実験の一連の流れを学習することができる。

本コンテンツについても次年度以降、教育への活用や効果等の検証を行っていきたい。

3.5.2. コンテンツイメージ

本コンテンツは、VR 端末と同じ VR 実験室において、一人称の視点で実験手順等の確認を行うことを目的としたコンテンツである。3DCGVR コンテンツを基に開発しているため、実験の手順や使用する実験機器、実験進行時のガイド表示などは共通している。

一方で、3DCGVR コンテンツとは異なり、3D オブジェクトの操作などを行うことはできず、見回す・ズームするなどは可能だが、実験操作は自動で進行する。



3.5.3. 動作環境

本コンテンツは主にパソコンやスマートフォンでの利用を前提としていて、教員や学生の各自の端末で利用することができる。また、スマートフォンと組み合わせて利用するタイプの簡易的な VR 端末を利用することで、2D の状態で視聴するよりも、より 3DCGVR コンテンツに近い臨場感を得ることもできる。

VR 端末（Meta Quest2）を利用する際に比べ、機材準備や操作慣熟などの事前準備が少なく手軽に利用できるのが利点で、VR 酔い、端末不足、操作対応困難などによって VR 端末を利用できない場合の代替手段としても活用できる。簡易ゴーグルを使用する場合も、VR 端末と比べると安価であり、高価な機材を調達する必要がないという点でも、運用はしやすい。



市販の簡易 VR ゴーグルなどにより、
より VR に近い臨場感の演出も可能



3.6. e ラーニング環境

3.6.1. 開発概要

今年度、前節までに報告した教育コンテンツを運用するため、e ラーニングサイトを調達した。本サイトでは、受講者はスマートフォンやパソコンを使用してサイトにアクセスし、個別に発行される ID とパスワードを入力してログインすることで、主に次の 2 系統の学習を行うことができる。

- ① 講義映像の聴講（2D 映像、360° 実写映像、360° 3DCG 映像）
- ② 評価試験（CBT）の受験

また、受講者の ID ごとの学習履歴が随時蓄積され、指導者はこれを必要に応じて閲覧することができる。

3.6.2. e ラーニングサイトイメージ

以下に e ラーニングサイトのイメージ図を示す。

ログインページ	トップメニュー				
基礎化学実験 eラーニングシステム <table><tr><td>ユーザーID</td><td> </td></tr><tr><td>パスワード</td><td> </td></tr></table> ログイン ☒ ログインを保存する。 日本分析化学専門学校 COLLEGE OF ANALYTICAL CHEMISTRY, JAPAN	ユーザーID		パスワード		基礎化学実験 eラーニングシステム 受講者：ユーザー01 実験前の学習（事前学習） 実験後の学習（事後学習） 評価試験 ログアウト
ユーザーID					
パスワード					

実験前の学習（事前学習）

メニュー

**基礎化学実験
eラーニングシステム**
受講者：ユーザー01

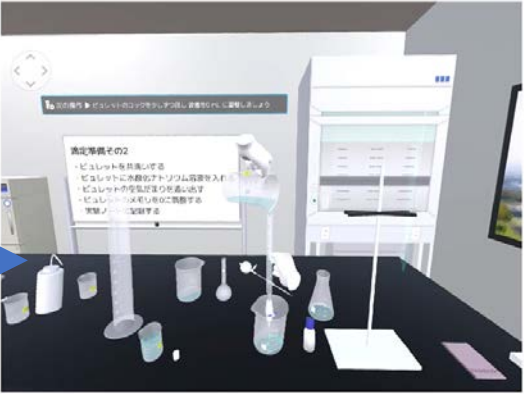
**実験前の学習
（事前学習）**

- 安全教育と水の取り扱い（約9分）
- 実験器具の取り扱い（約20分）
- 中和滴定の流れ（約25分）
- 中和滴定VRトレーニングデモ（約25分）
- シュウ酸の中和滴定実験（3DVR・360度映像）
- 酢酸の中和滴定実験（3DVR・360度映像）

360° 映像（3DCG）

**基礎化学実験
eラーニングシステム**

シュウ酸の中和滴定実験（3DVR・360度映像）



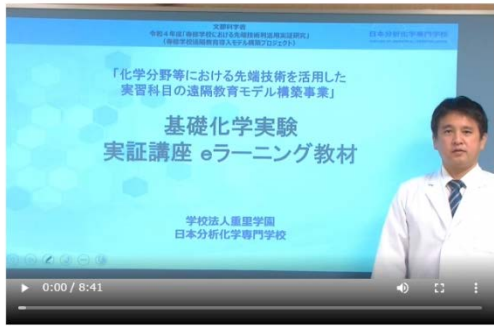
滴定手順その2
・ビュレットを共通している
・ビュレットに希釈液（ナトリウム溶液）を入れる
・ビュレットの先端が液面より高い位置にある
・ビュレットの先端が液面より低い位置にある
・ビュレットの先端が液面より高い位置にある
・ビュレットの先端が液面より低い位置にある

閉じる

講義映像の聴講画面

**基礎化学実験
eラーニングシステム**

安全教育と水の取り扱い



0:00 / 8:41

閉じる

「中和滴定の流れ」では講義の途中に360度映像を挿入

360° 映像（実写）

**基礎化学実験
eラーニングシステム**

中和滴定360°① シュウ酸の調製
（残り約19分）



前の動画

次の動画

メニューに戻る

トップメニュー

**基礎化学実験
eラーニングシステム**
受講者：ユーザー01

実験前の学習（事前学習）

実験後の学習（事後学習）

評価試験

ログアウト

実験後の学習（事後学習）
講義映像

基礎化学実験
eラーニングシステム

実験後の計算について

閉じる

CBT 出題画面

**基礎化学実験
eラーニングシステム**
(1 / 24)

実験室に入室する際には、白衣を着ていれば、短パンやスカートでも構わない。

A	○
B	×
Z	わからない

選択してください。

戻る

CBT 正誤判定画面

正 解

○

答え：A
実験室には何がついているか、何がこぼれているかわからない。身体に影響を及ぼすこともあるため、問題文のような行動は厳禁。

次へ

戻る

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

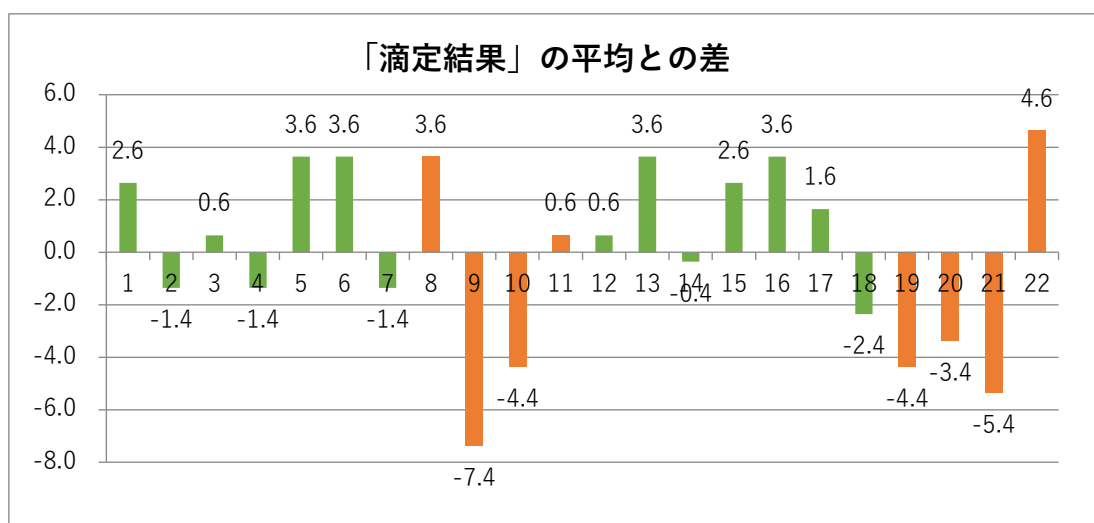
「滴定結果」では、グループⅠとⅡに大きな差は見られなかった。しかし、対象者別で見ると、実験（中和滴定）を行ったことのなかった高校生の評価は、「実験操作」の項目で顕著に差が表れ、事前学習を行ったグループⅠの成績が上回っていた。さらに、高校生の結果を詳細に見ると、事前学習していないグループⅡでも滴定結果の評価が良かった生徒（No22）もいるが、「実験操作」での評価では4名全員が平均を下回っており、事前学習をしたグループⅠの生徒との差が特に大きく開く評価となっていた。高校生にとっては、初めての実験操作であったため、事前学習の効果が特に現れたポイントであると考ええる。これらの結果として、「合計点」での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

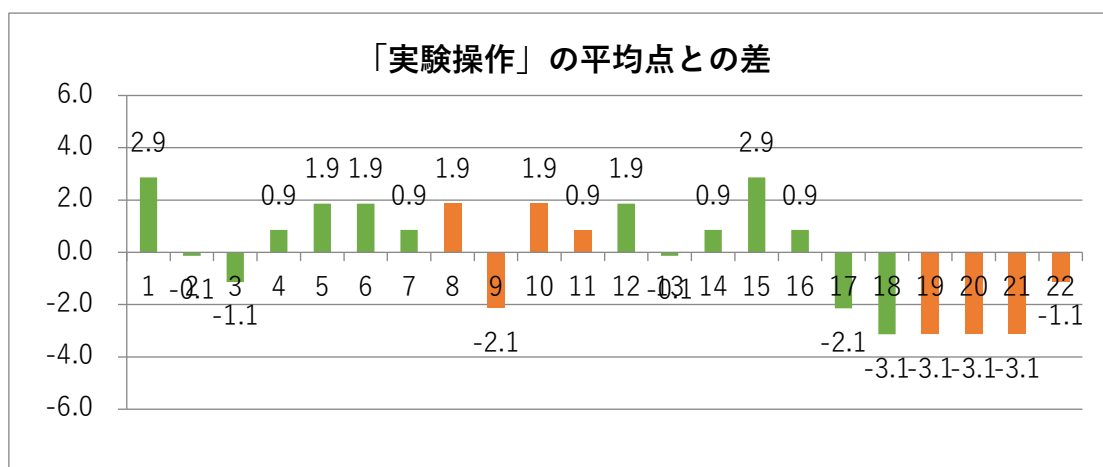
① 「滴定結果」に対する評価結果



- ・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。

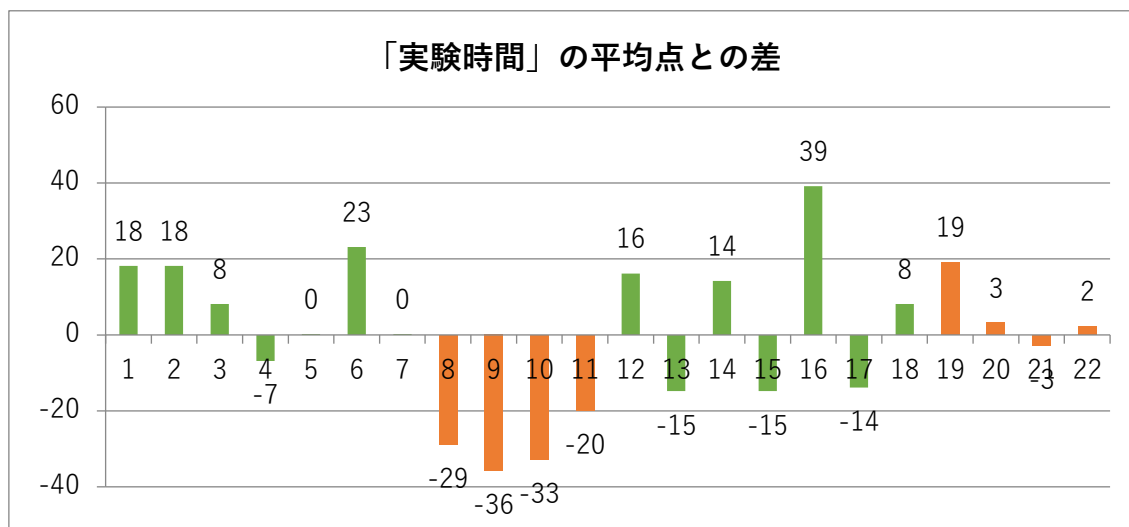
② 「実験操作」に対する評価結果



- ・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。

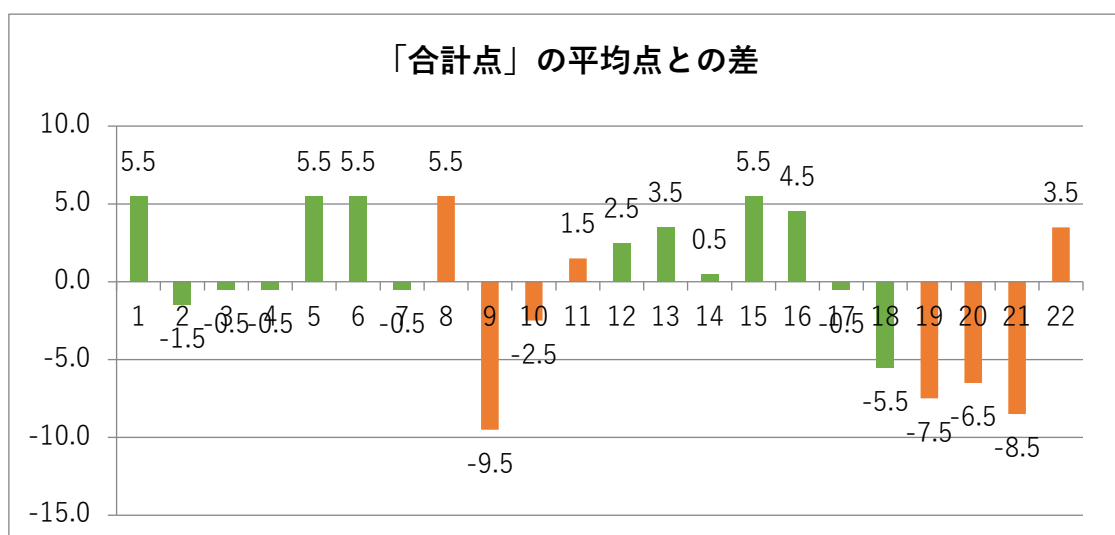
③ 「実験時間」に対する評価結果



- ・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

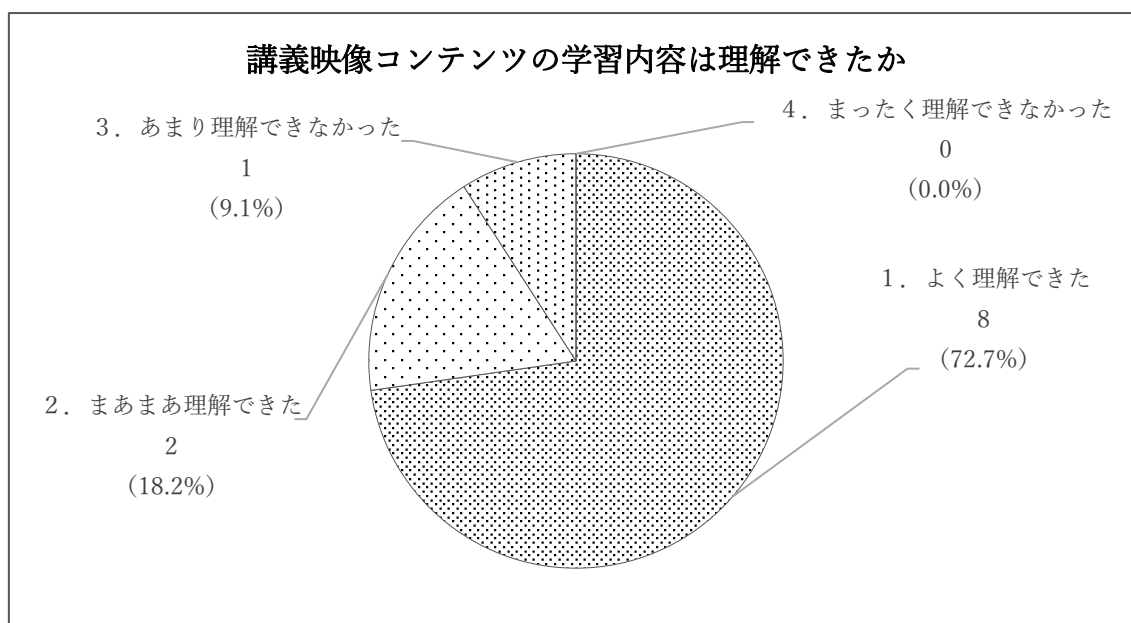
本講座では以下の3種の受講後アンケートを実施した。回答結果を以下に掲載する。

- ・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

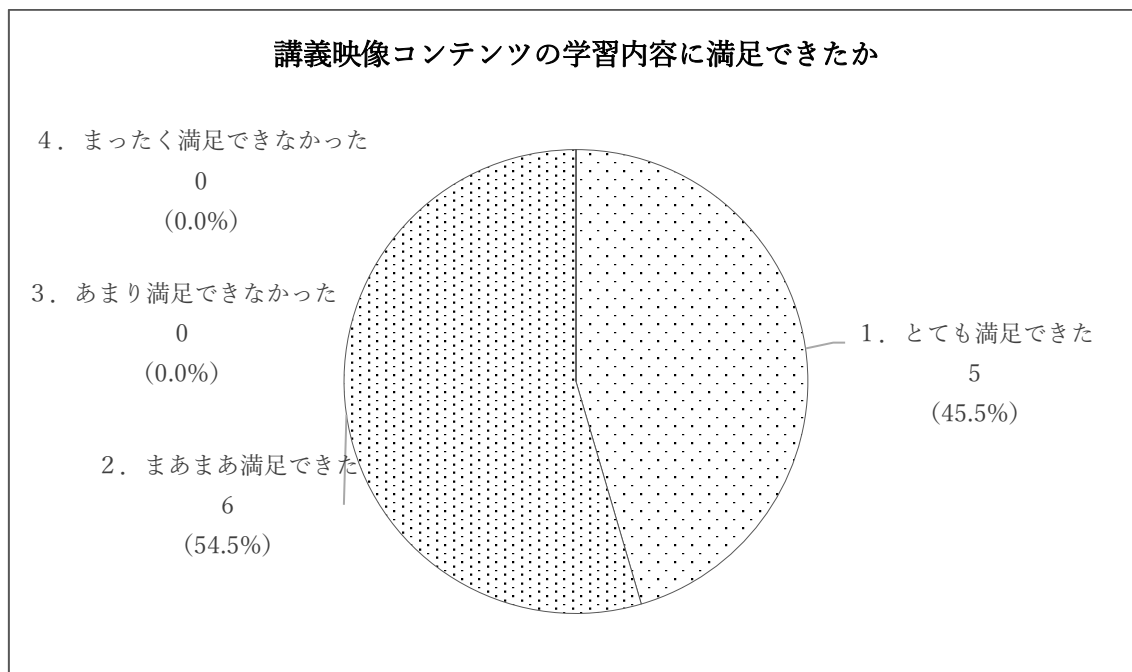
1. e ラーニング（講義映像コンテンツ）について

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。



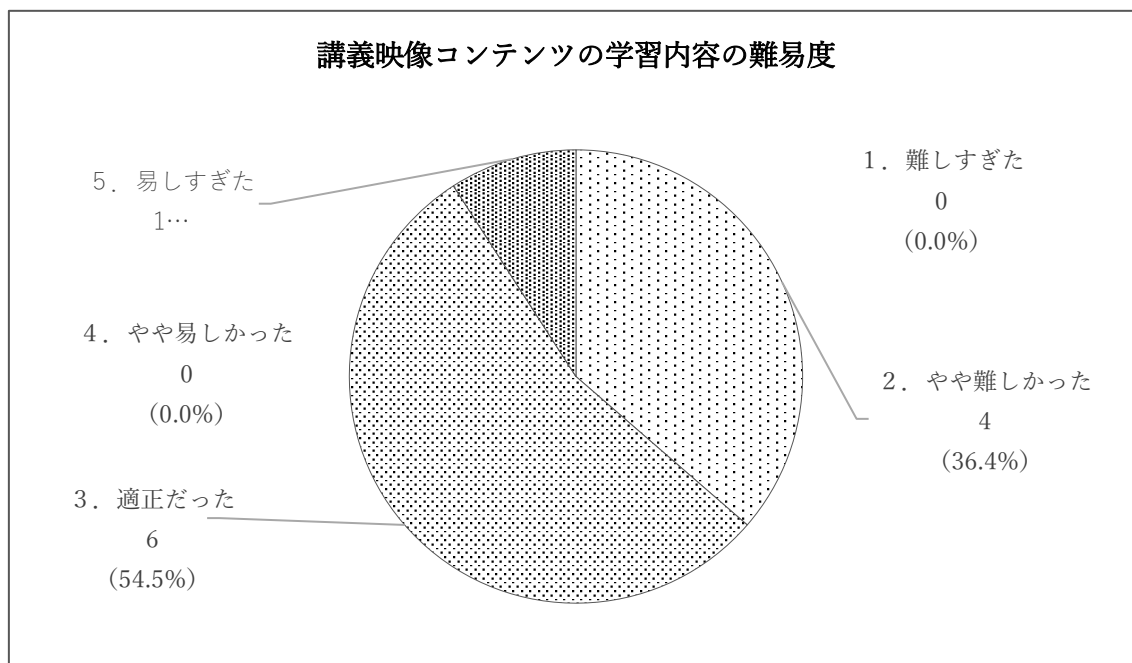
	回答者	%
1. よく理解できた	8	72.7%
2. まあまあ理解できた	2	18.2%
3. あまり理解できなかった	1	9.1%
4. まったく理解できなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



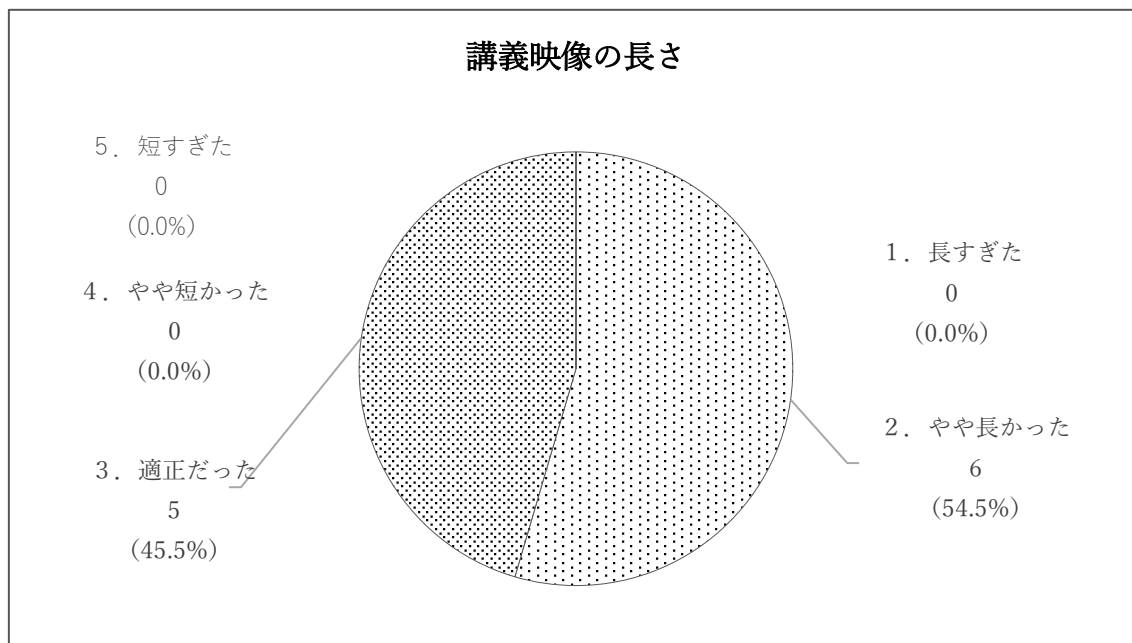
	回答者	%
1. とても満足できた	5	45.5%
2. まあまあ満足できた	6	54.5%
3. あまり満足できなかった	0	0.0%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



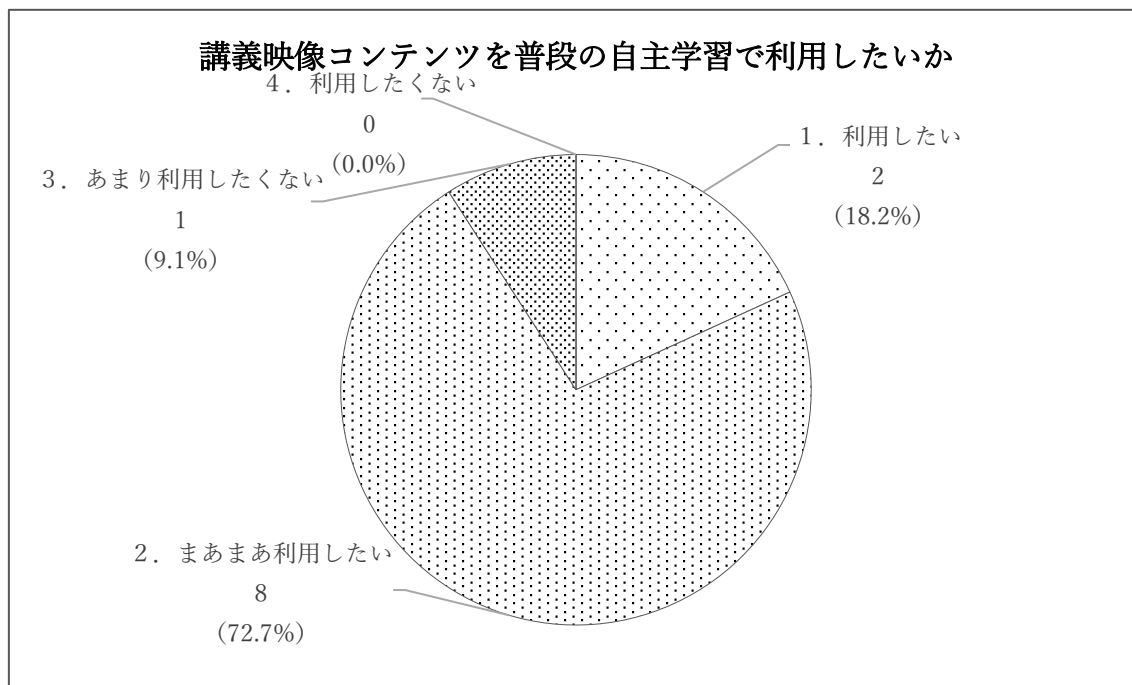
	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	4	36.4%
3. 適正だった	6	54.5%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	1	9.1%
総計	11	

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	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。



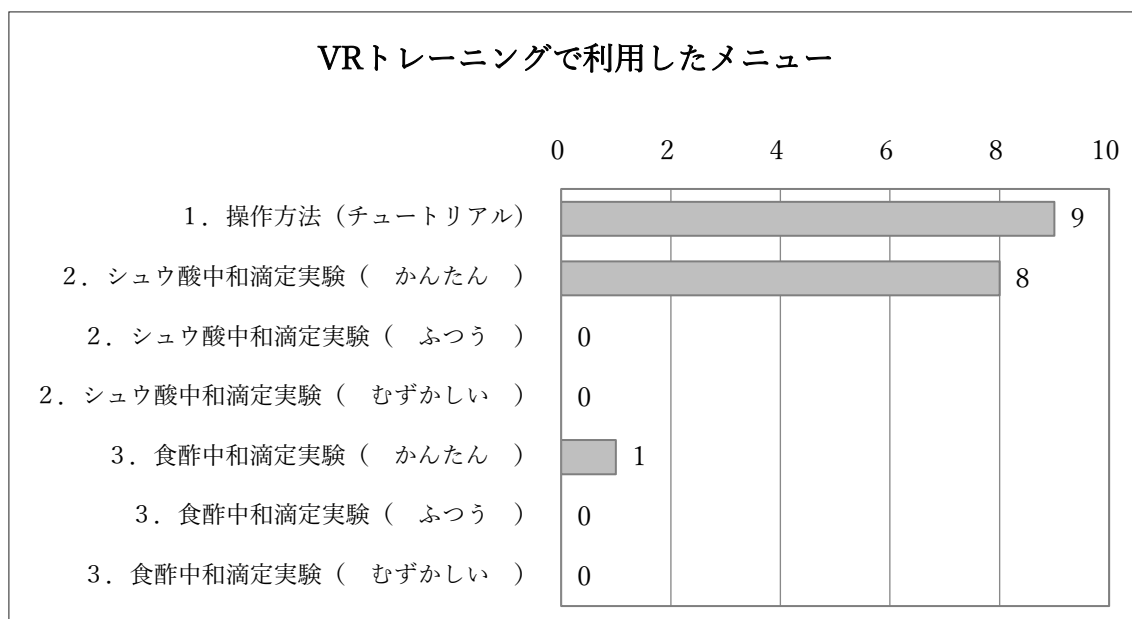
	回答者	%
1. 利用したい	2	18.2%
2. まあまあ利用したい	8	72.7%
3. あまり利用したくない	1	9.1%
4. 利用したくない	0	0.0%
総計	11	

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

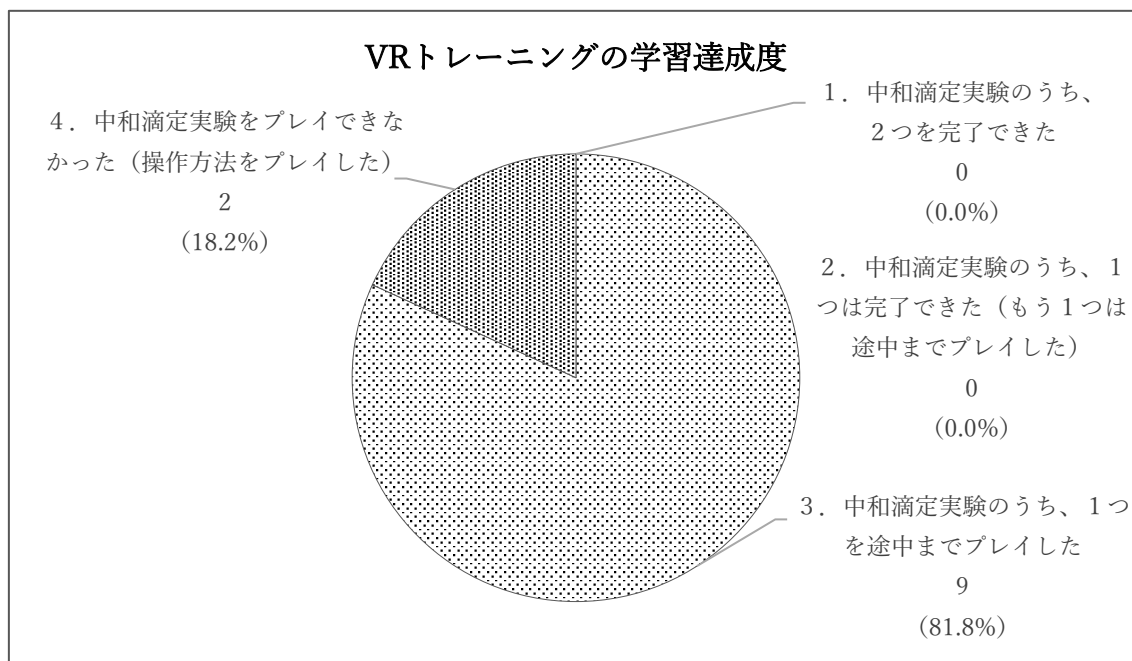
2-(1) VR トレーニングで利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。



(複数回答)

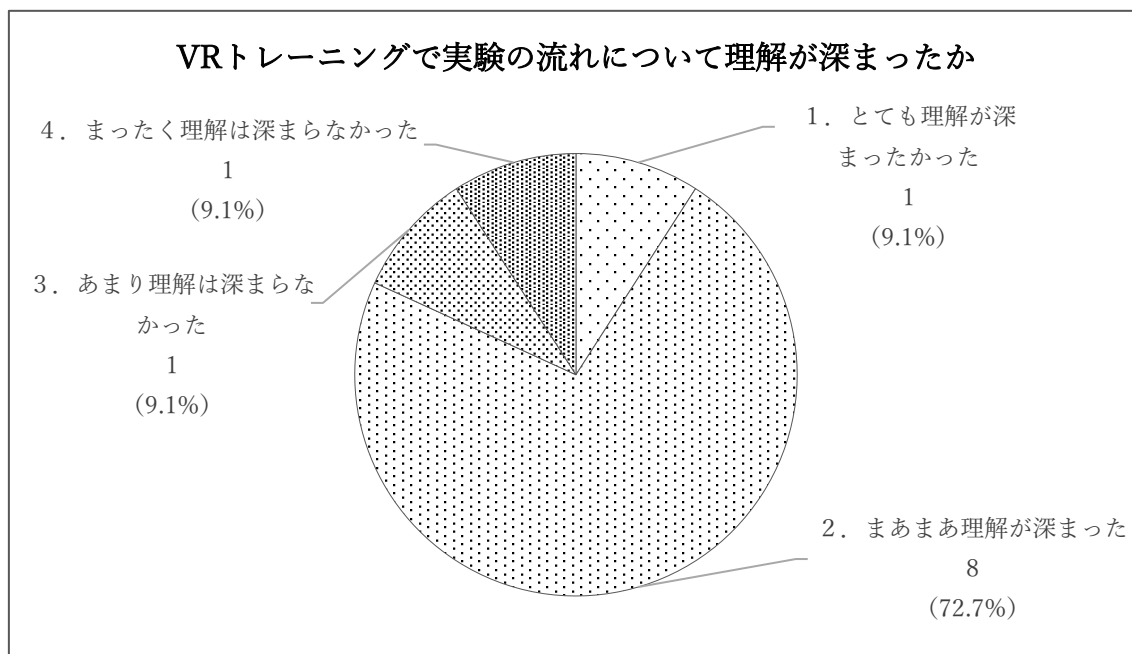
回答	
1. 操作方法 (チュートリアル)	9
2. シュウ酸中和滴定実験 (かんたん)	8
2. シュウ酸中和滴定実験 (ふつう)	0
2. シュウ酸中和滴定実験 (むずかしい)	0
3. 食酢中和滴定実験 (かんたん)	1
3. 食酢中和滴定実験 (ふつう)	0
3. 食酢中和滴定実験 (むずかしい)	0
総計	18

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。



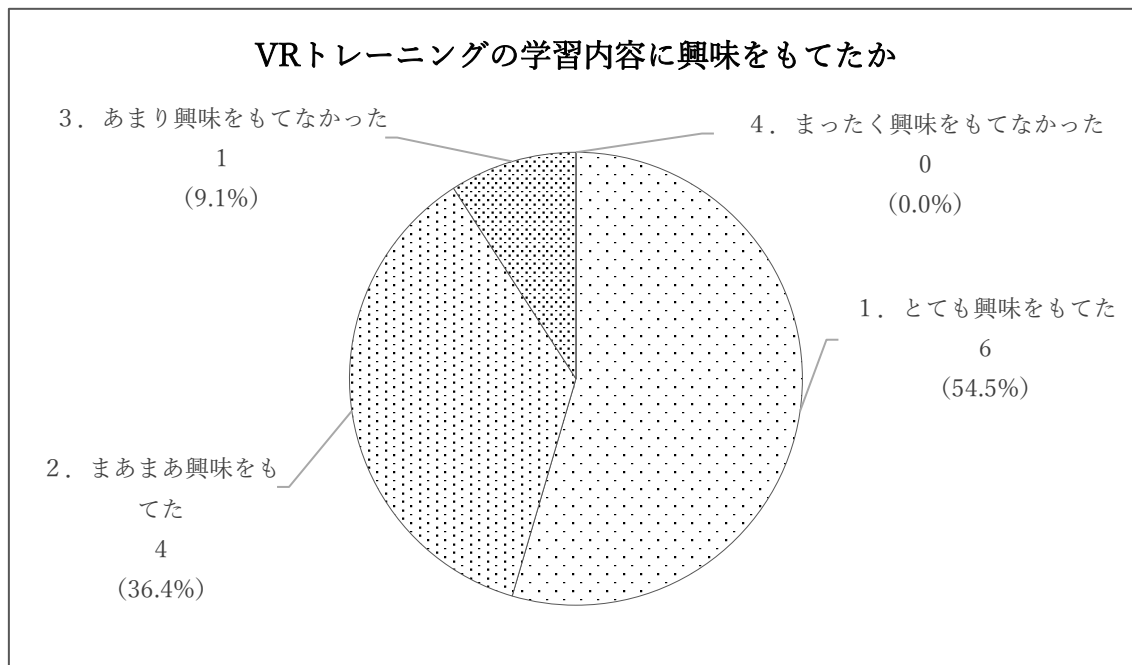
	回答者	%
1. 中和滴定実験のうち、2つを完了できた	0	0.0%
2. 中和滴定実験のうち、1つは完了できた（もう	0	0.0%
3. 中和滴定実験のうち、1つを途中までプレイし	9	81.8%
4. 中和滴定実験をプレイできなかった（操作方法	2	18.2%
総計	11	

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。



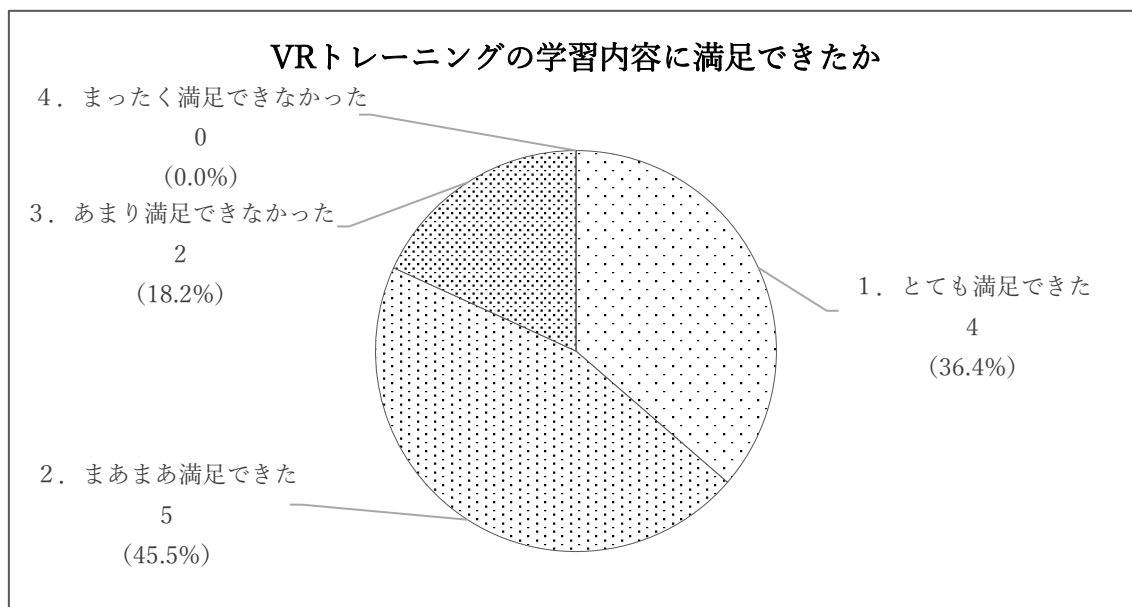
	回答者	%
1. とても理解が深まったかった	1	9.1%
2. まあまあ理解が深まった	8	72.7%
3. あまり理解は深まらなかった	1	9.1%
4. まったく理解は深まらなかった	1	9.1%
総計	11	

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。



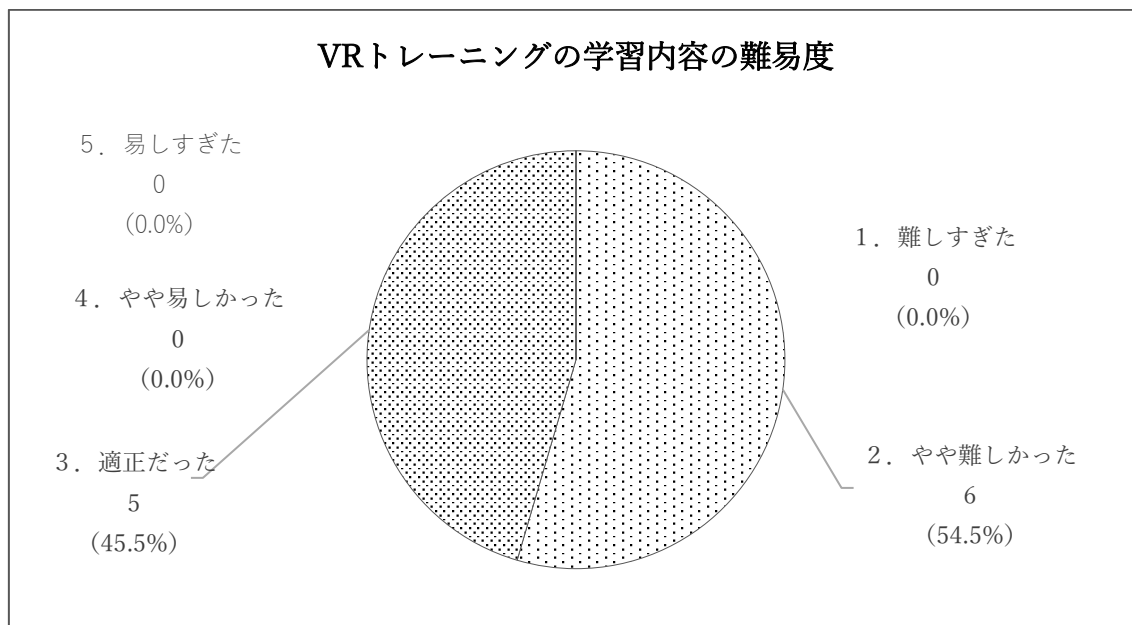
	回答者	%
1. とても興味をもてた	6	54.5%
2. まあまあ興味をもてた	4	36.4%
3. あまり興味をもてなかった	1	9.1%
4. まったく興味をもてなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



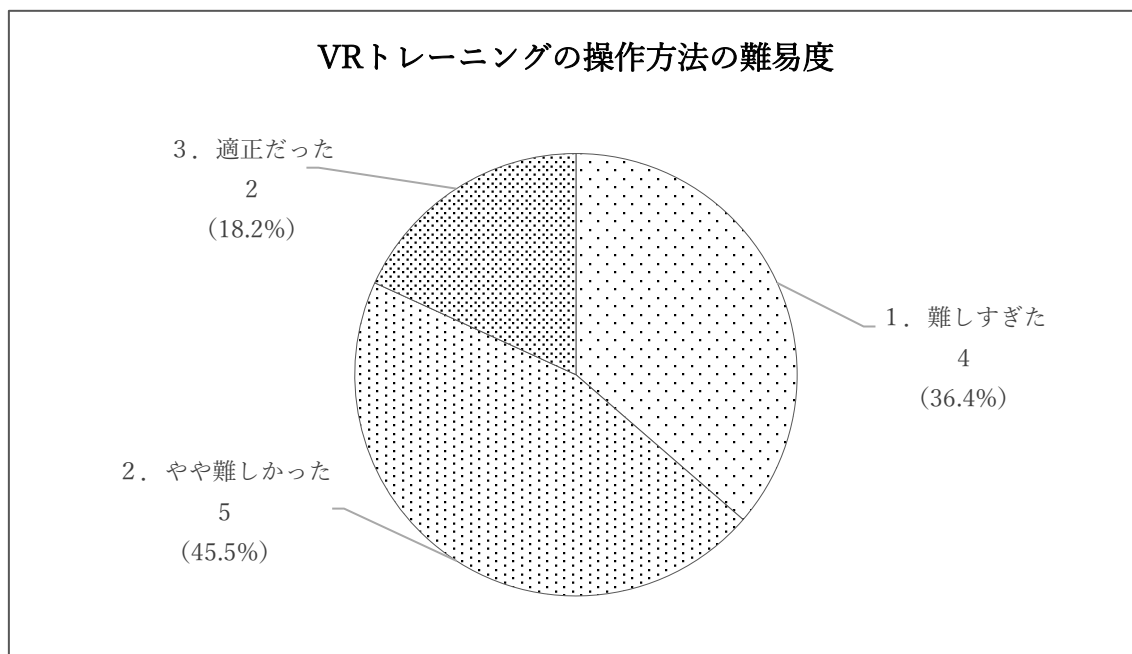
	回答者	%
1. とても満足できた	4	36.4%
2. まあまあ満足できた	5	45.5%
3. あまり満足できなかった	2	18.2%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



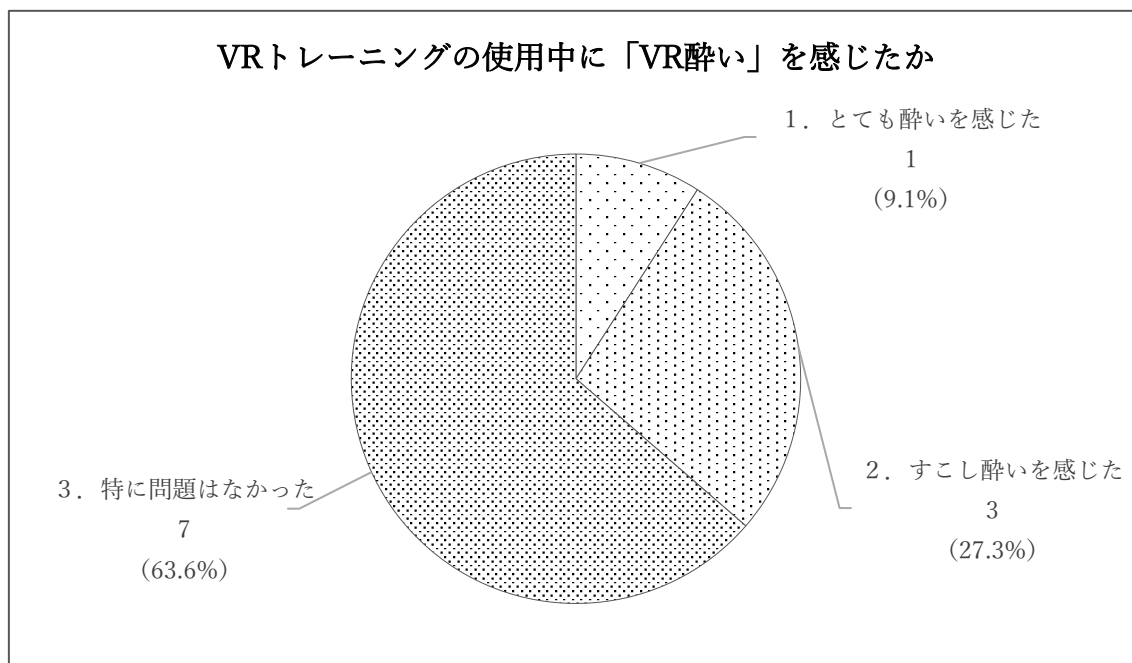
	回答者	%
1. 難しすぎた	0	0.0%
2. やや難しかった	6	54.5%
3. 適正だった	5	45.5%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	11	

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。



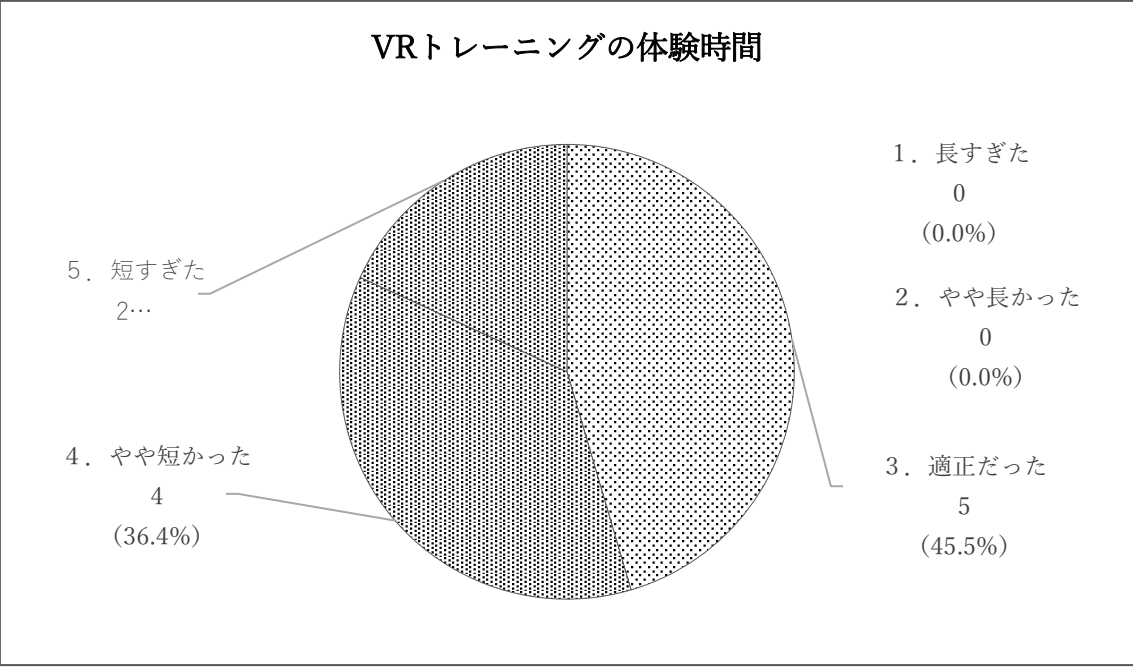
	回答者	%
1. 難しすぎた	4	36.4%
2. やや難しかった	5	45.5%
3. 適正だった	2	18.2%
総計	11	

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。



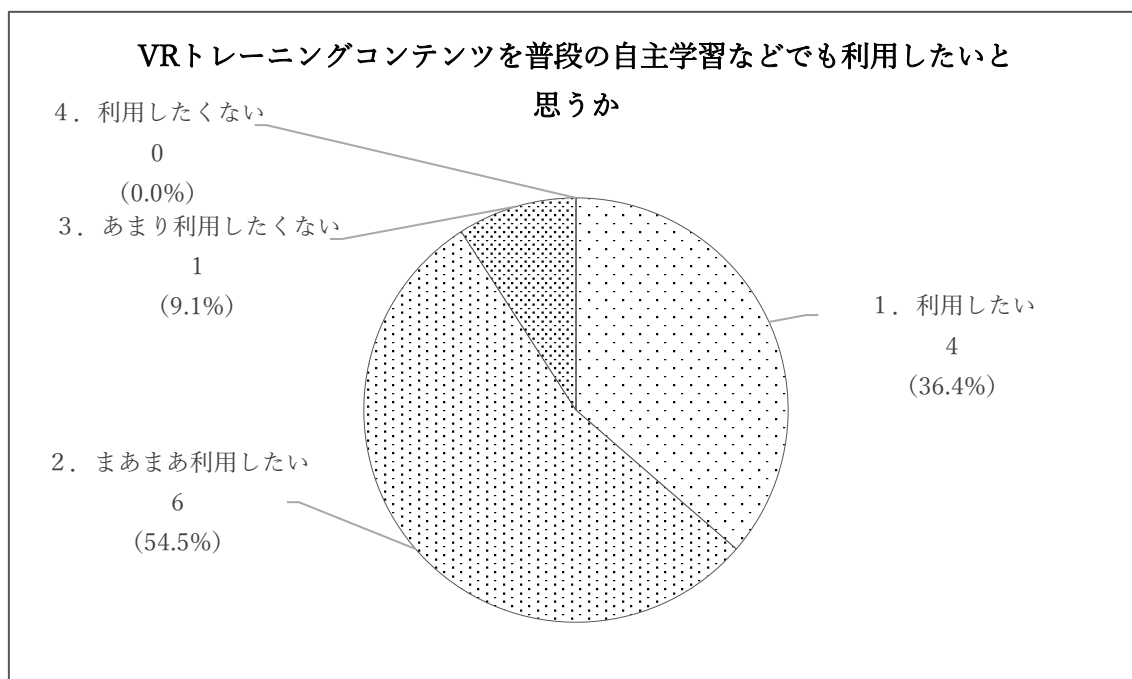
	回答者	%
1. とても酔いを感じた	1	9.1%
2. すこし酔いを感じた	3	27.3%
3. 特に問題はなかった	7	63.6%
総計	11	

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	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	

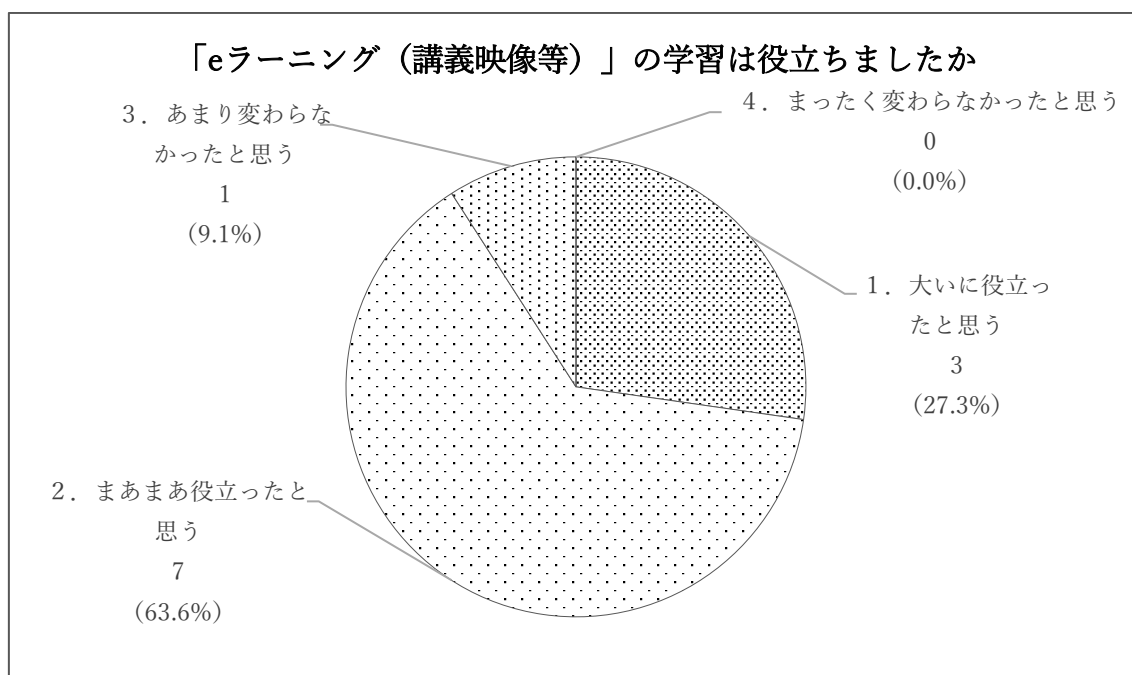
2-(11)VR トレーニングコンテンツに関するご意見・ご感想などあればご記入ください。

- ・ 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良かったです。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 ということで、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

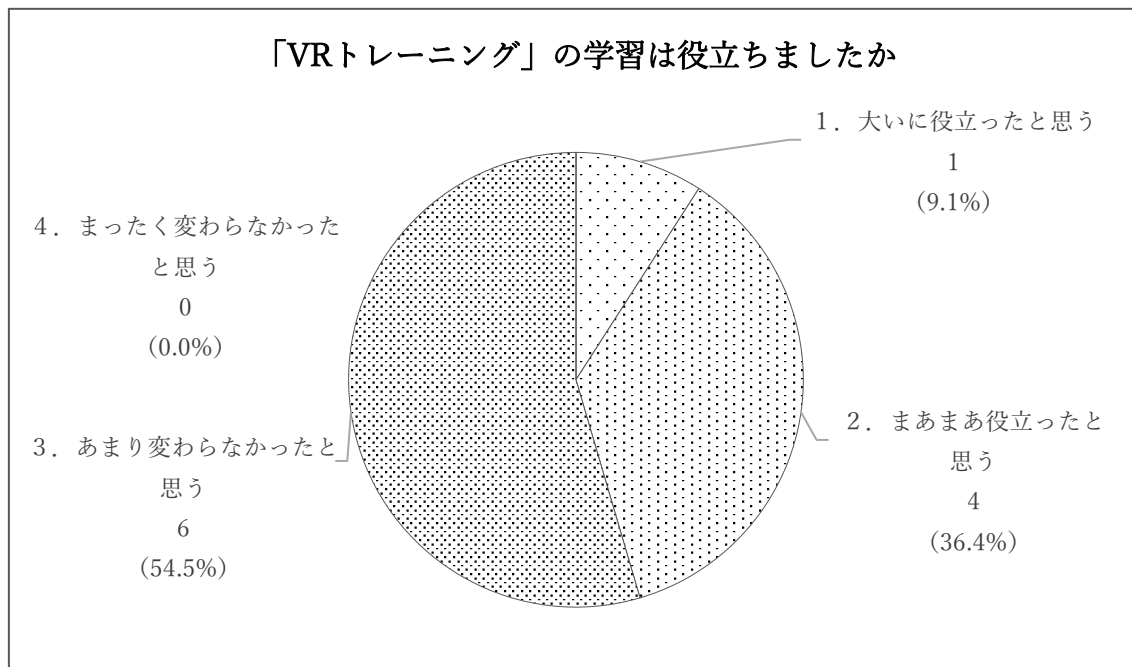
1. 実験実習について

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	

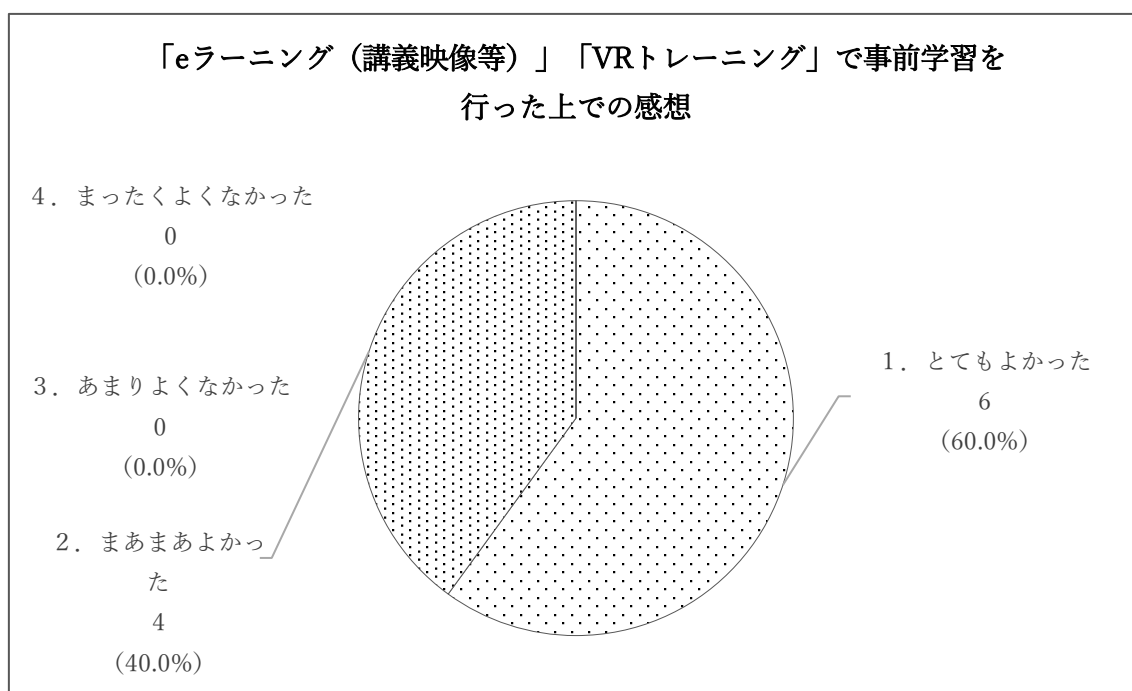
1- (2) 実験実習を行う上で「VR トレーニング」の学習は役立ちましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。



	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	

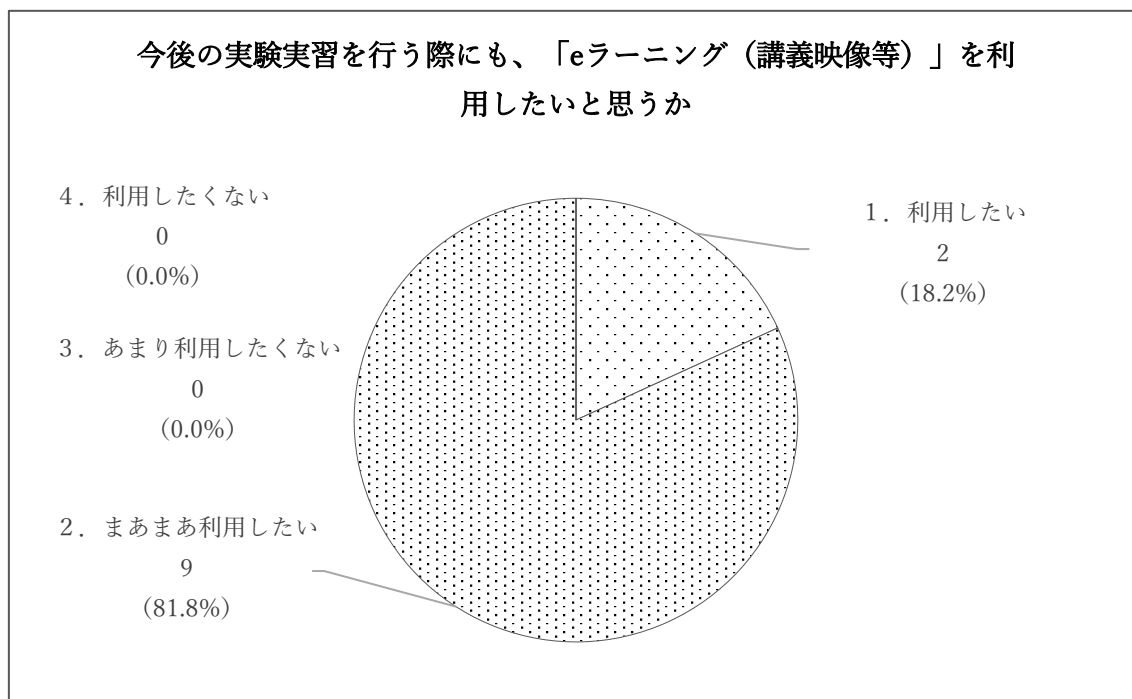
2. VR トレーニングについて

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。



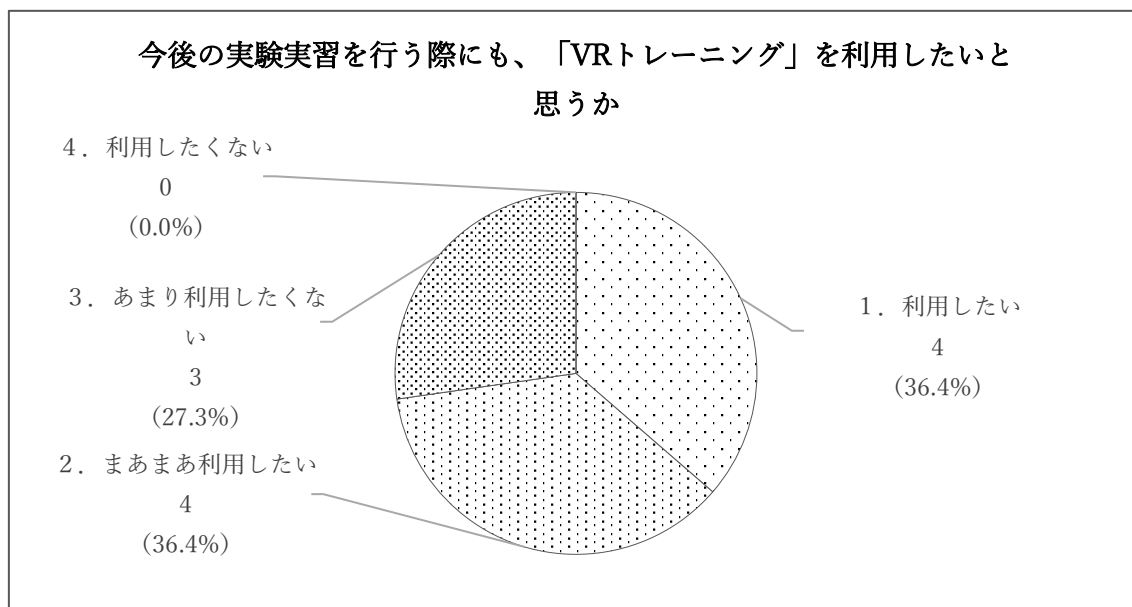
	回答者	%
1. とてもよかった	6	60.0%
2. まあまあよかった	4	40.0%
3. あまりよくなかった	0	0.0%
4. まったくよくなかった	0	0.0%
総計	10	

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	

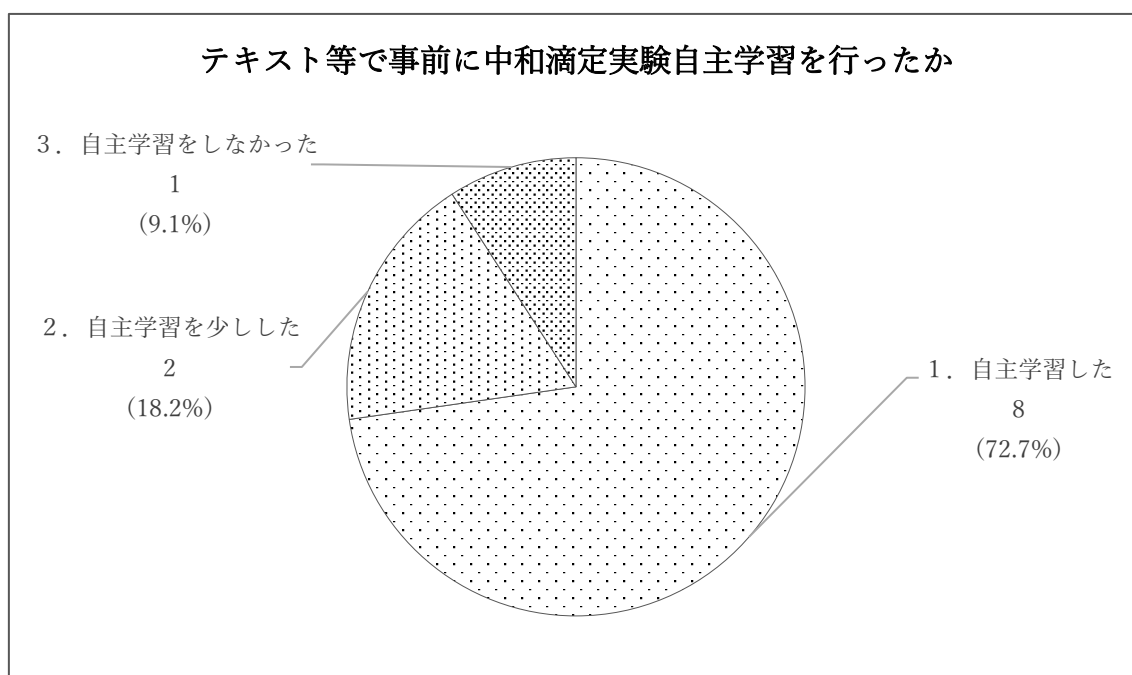
2- (4) 今回の学習内容や使用したコンテンツ等に関して、ご意見・ご感想などあればご記入ください。

- ・ 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。映像授業のおかげで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。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

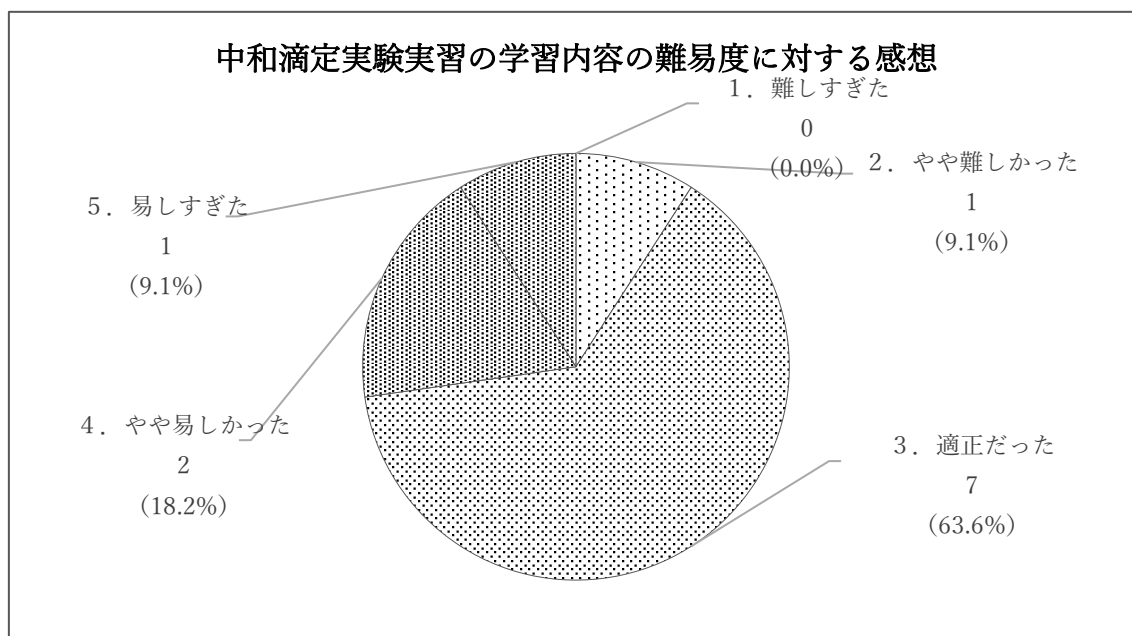
1. 実験実習（午前）について

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	

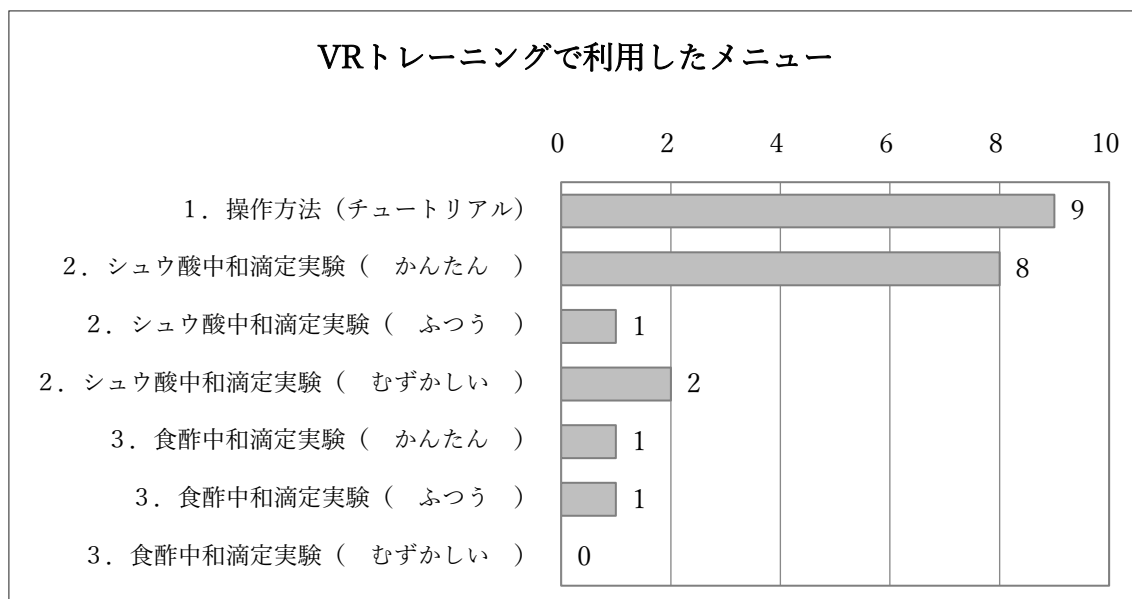
1-(2) 中和滴定実験実習の学習内容の難易度に対する感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。



	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

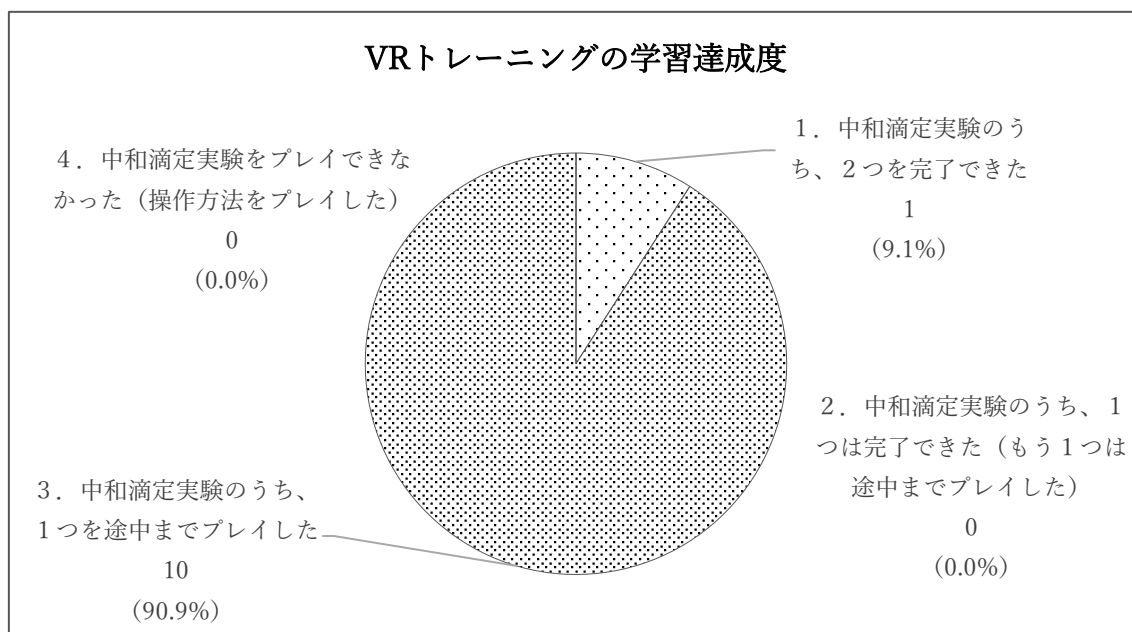
2-(1) VR トレーニングで利用したメニューは以下のうちのどれですか。プレイしたメニューをすべて選んでください。



(複数回答)

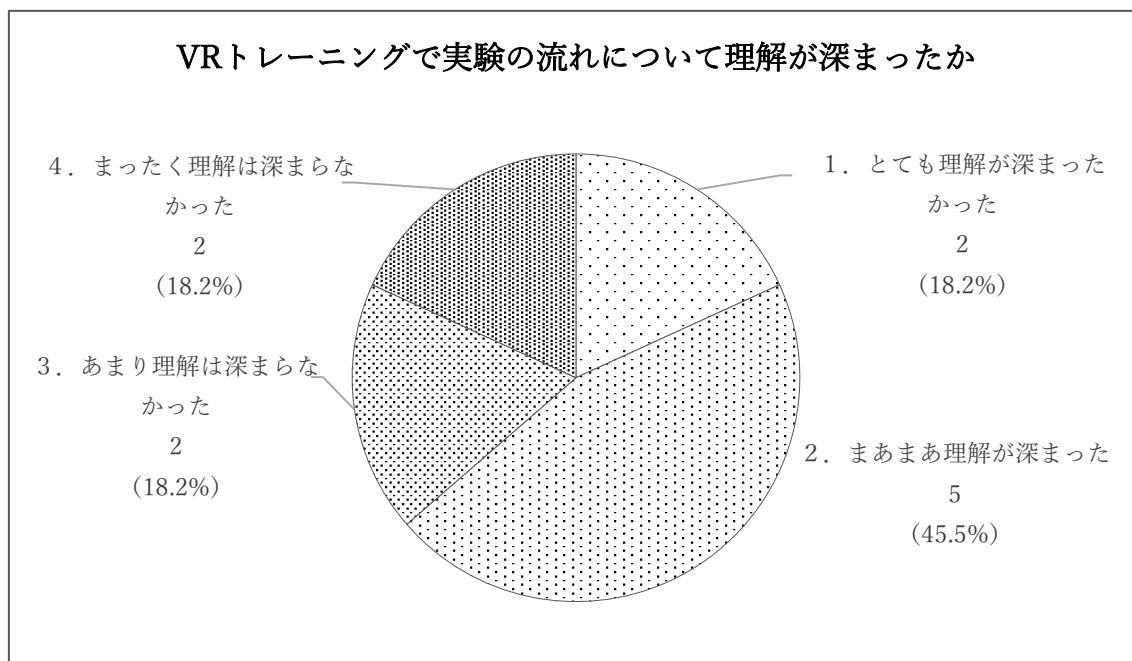
回答	
1. 操作方法 (チュートリアル)	9
2. シュウ酸中和滴定実験 (かんたん)	8
2. シュウ酸中和滴定実験 (ふつう)	1
2. シュウ酸中和滴定実験 (むずかしい)	2
3. 食酢中和滴定実験 (かんたん)	1
3. 食酢中和滴定実験 (ふつう)	1
3. 食酢中和滴定実験 (むずかしい)	0
総計	22

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。



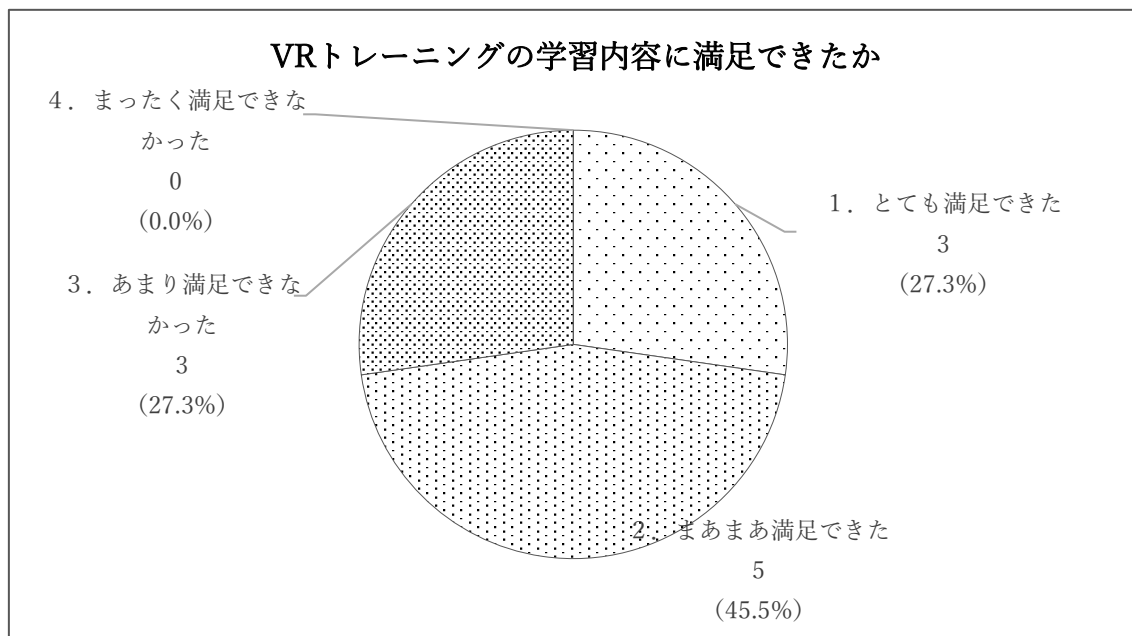
	回答者	%
1. 中和滴定実験のうち、2つを完了できた	1	9.1%
2. 中和滴定実験のうち、1つは完了できた（もう	0	0.0%
3. 中和滴定実験のうち、1つを途中までプレイし	10	90.9%
4. 中和滴定実験をプレイできなかった（操作方法	0	0.0%
総計	11	

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。



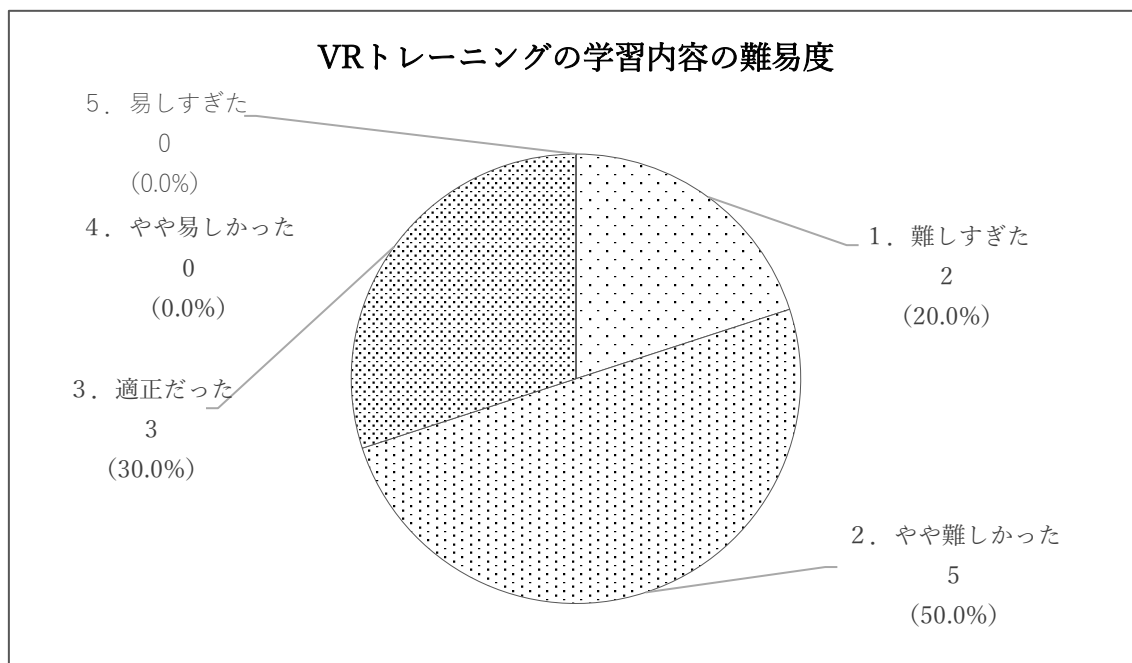
	回答者	%
1. とっても理解が深まった	2	18.2%
2. まあまあ理解が深まった	5	45.5%
3. あまり理解は深まらなかった	2	18.2%
4. まったく理解は深まらなかった	2	18.2%
総計	11	

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。



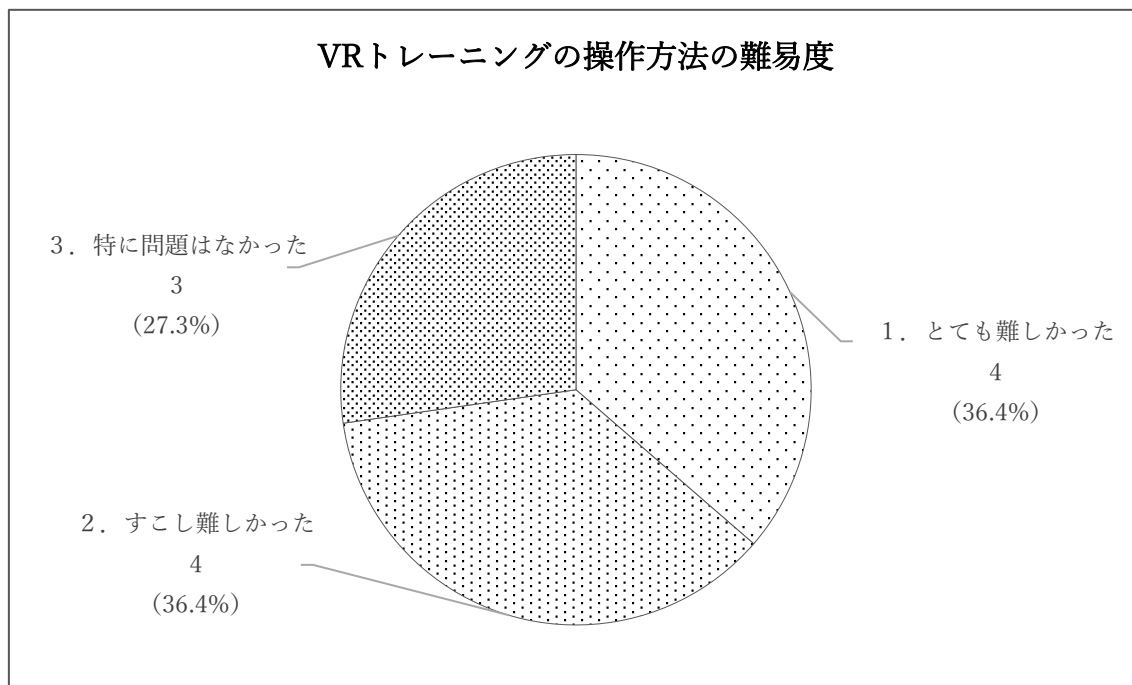
	回答者	%
1. とても満足できた	3	27.3%
2. まあまあ満足できた	5	45.5%
3. あまり満足できなかった	3	27.3%
4. まったく満足できなかった	0	0.0%
総計	11	

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。



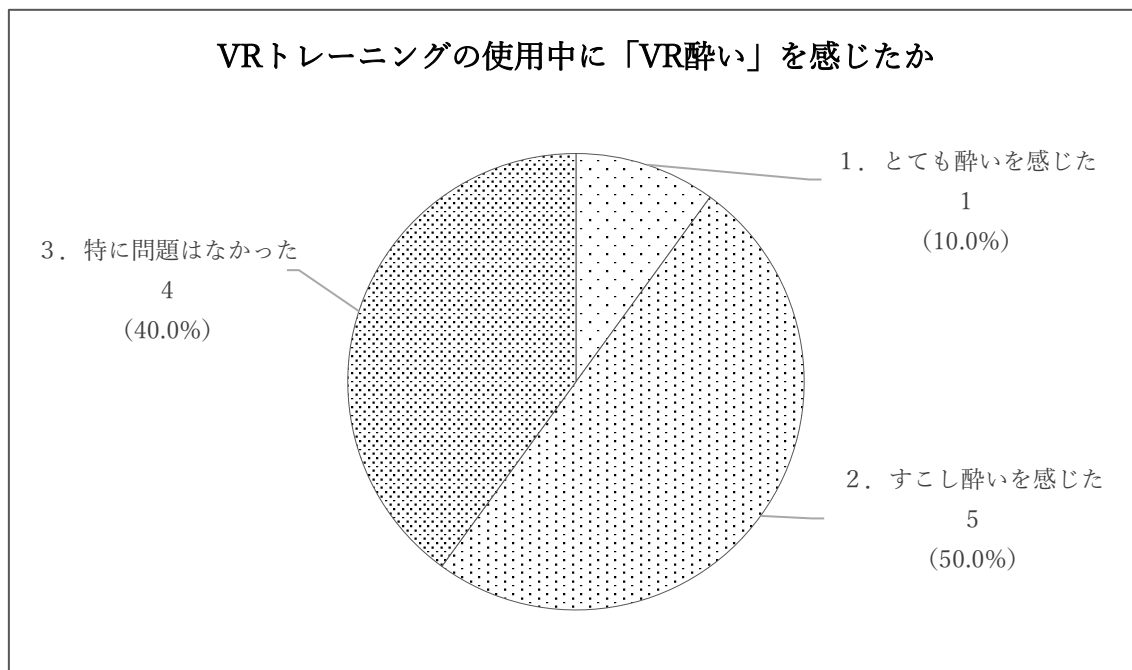
	回答者	%
1. 難しすぎた	2	20.0%
2. やや難しかった	5	50.0%
3. 適正だった	3	30.0%
4. やや易しかった	0	0.0%
5. 易しすぎた	0	0.0%
総計	10	

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。



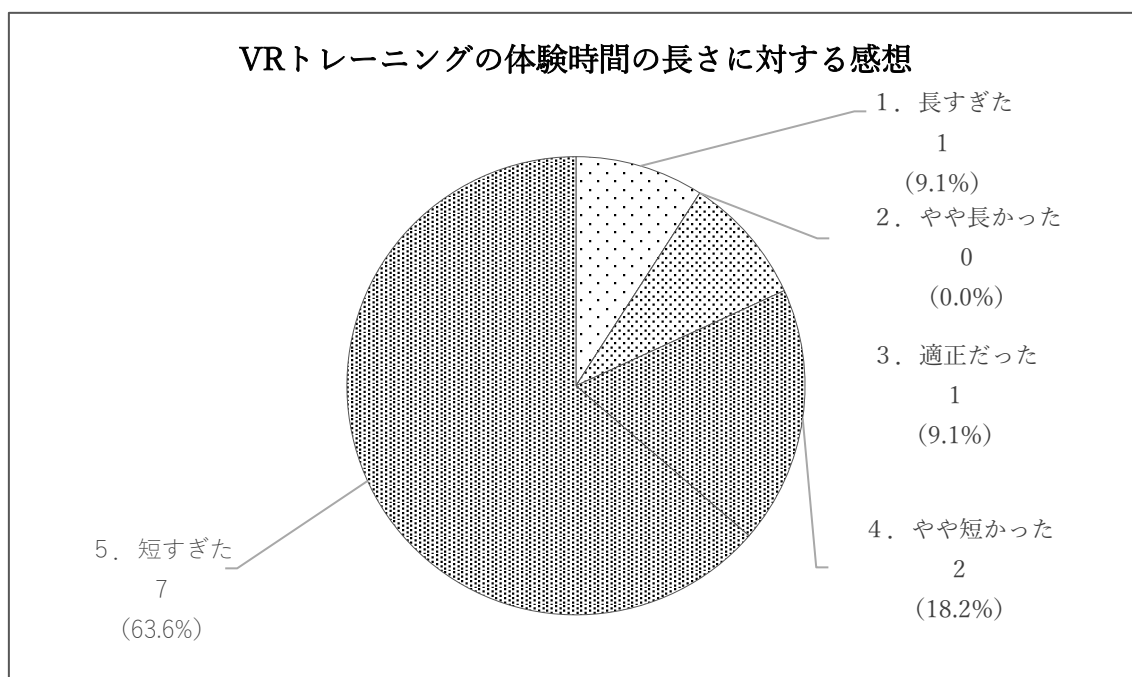
	回答者	%
1. とても難しかった	4	36.4%
2. すこし難しかった	4	36.4%
3. 特に問題はなかった	3	27.3%
総計	11	

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。



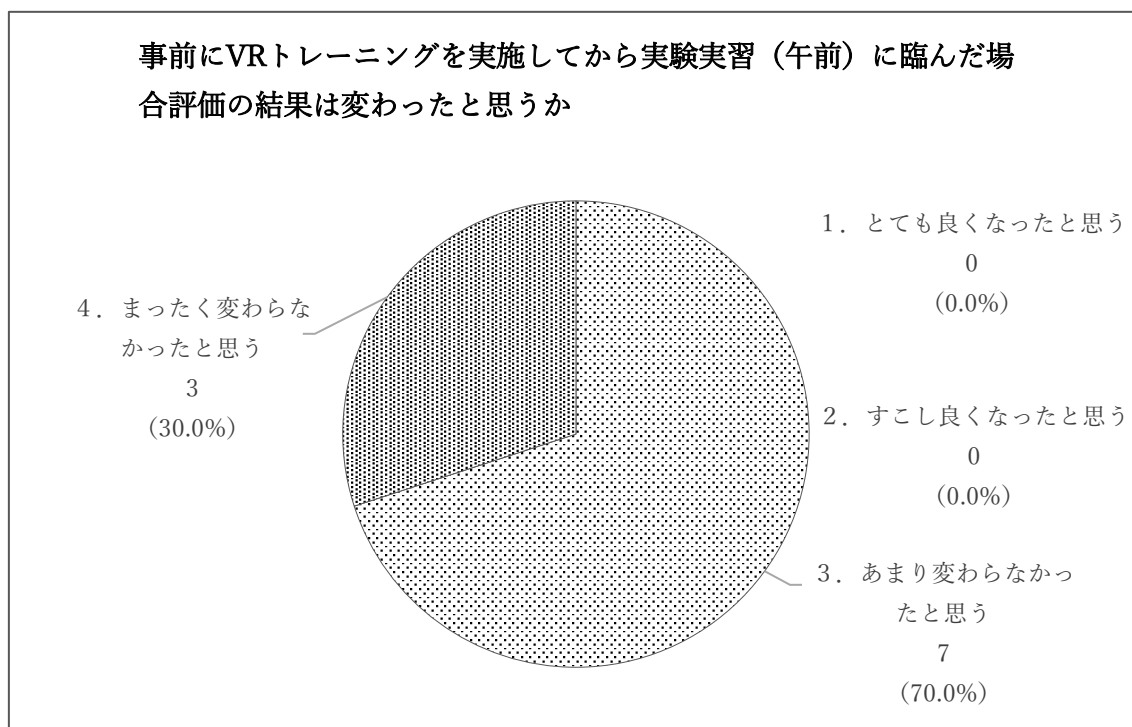
	回答者	%
1. とても酔いを感じた	1	10.0%
2. すこし酔いを感じた	5	50.0%
3. 特に問題はなかった	4	40.0%
総計	10	

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。



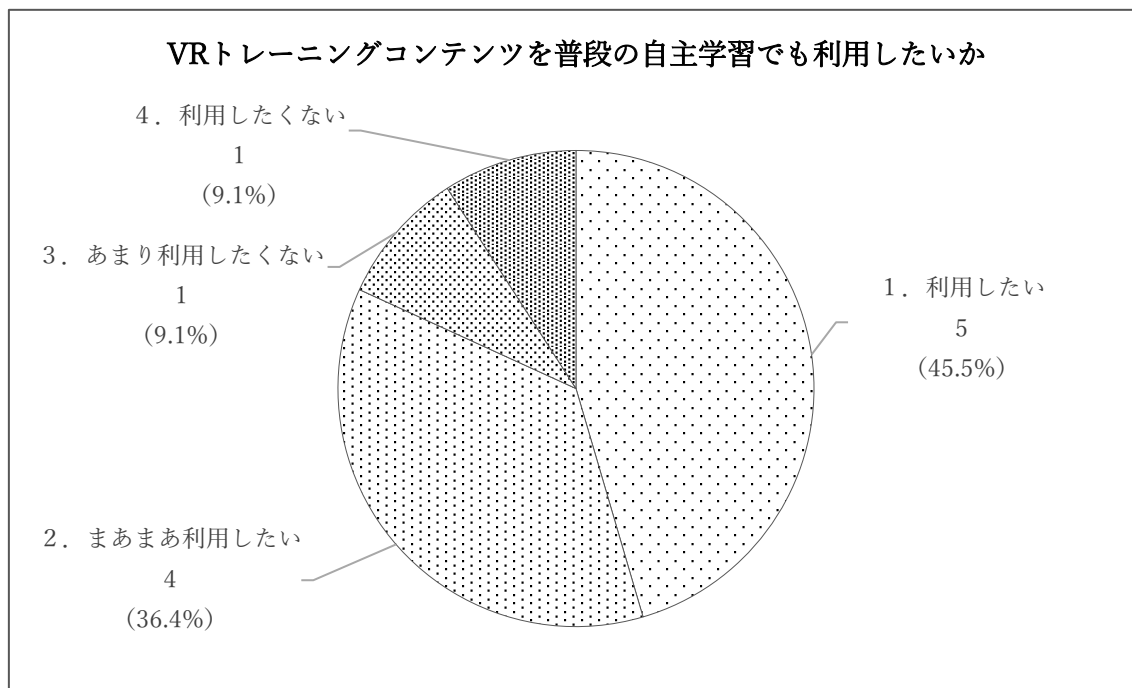
	回答者	%
1. 長すぎた	1	9.1%
2. やや長かった	0	0.0%
3. 適正だった	1	9.1%
4. やや短かった	2	18.2%
5. 短すぎた	7	63.6%
総計	11	

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。



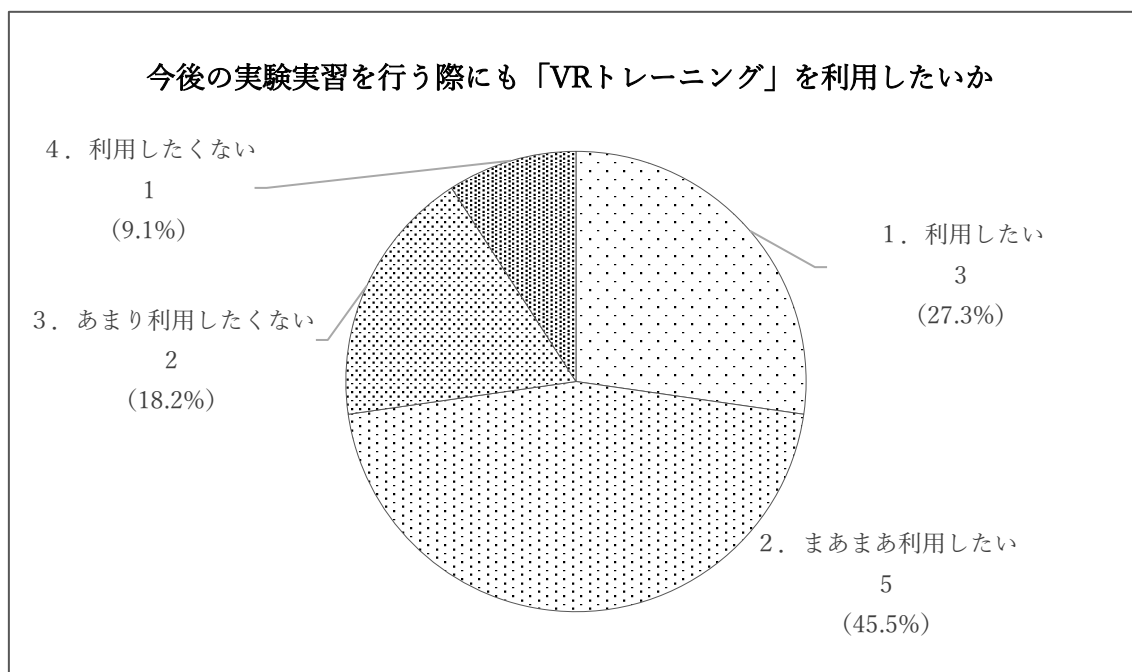
	回答者	%
1. とっても良くなったと思う	0	0.0%
2. すこし良くなったと思う	0	0.0%
3. あまり変わらなかったと思う	7	70.0%
4. まったく変わらなかったと思う	3	30.0%
総計	10	

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。

5. 成果報告会

5.1. 開催概要

(1) 開催目的

令和4年度の事業内で実施した各種調査の結果や、eラーニングコンテンツ・VRコンテンツのプロトタイプ開発成果などについて、化学分野を中心に広く周知するため、成果報告会を開催した。

(2) 案内対象・参加者

本事業の調査に協力した専門学校・大学・高等学校・化学系企業等と、関西圏の化学分野教員等に対して開催案内状を送付したところ、35名が参加した。

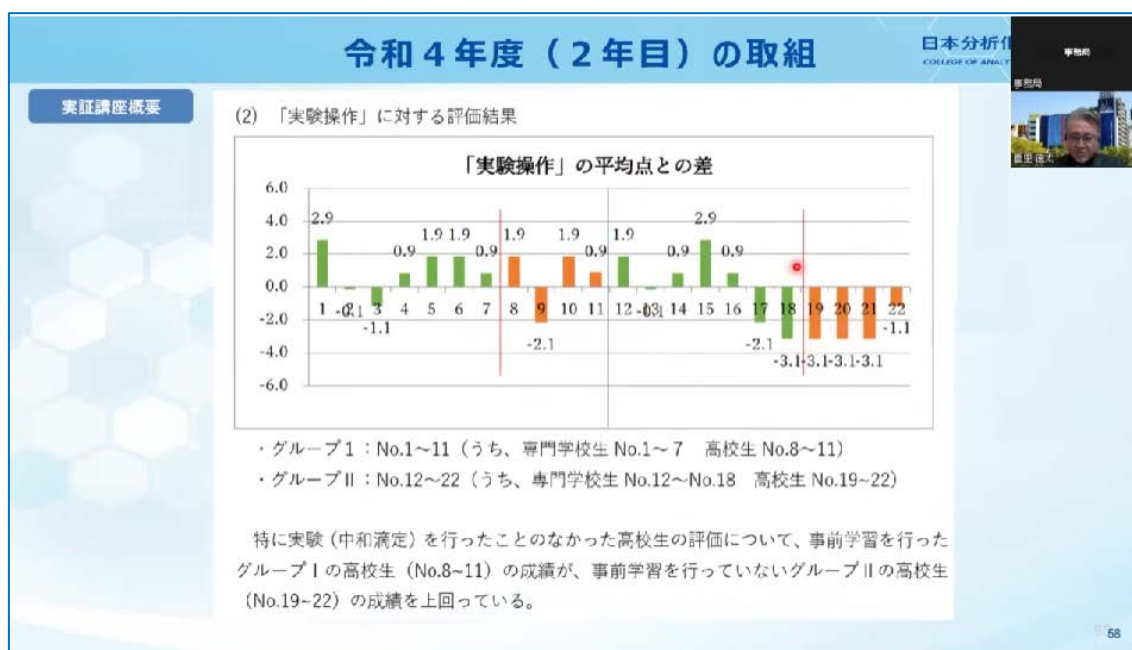
(3) 開催方法

オンラインミーティングツール「zoom」を使用して zoom ウェビナー形式にて実施した。

(4) 開催日時

2023年02月16日（木）15:00～16:00（1時間）

< ウェビナーの様子 >



5.2. 出席者アンケート結果

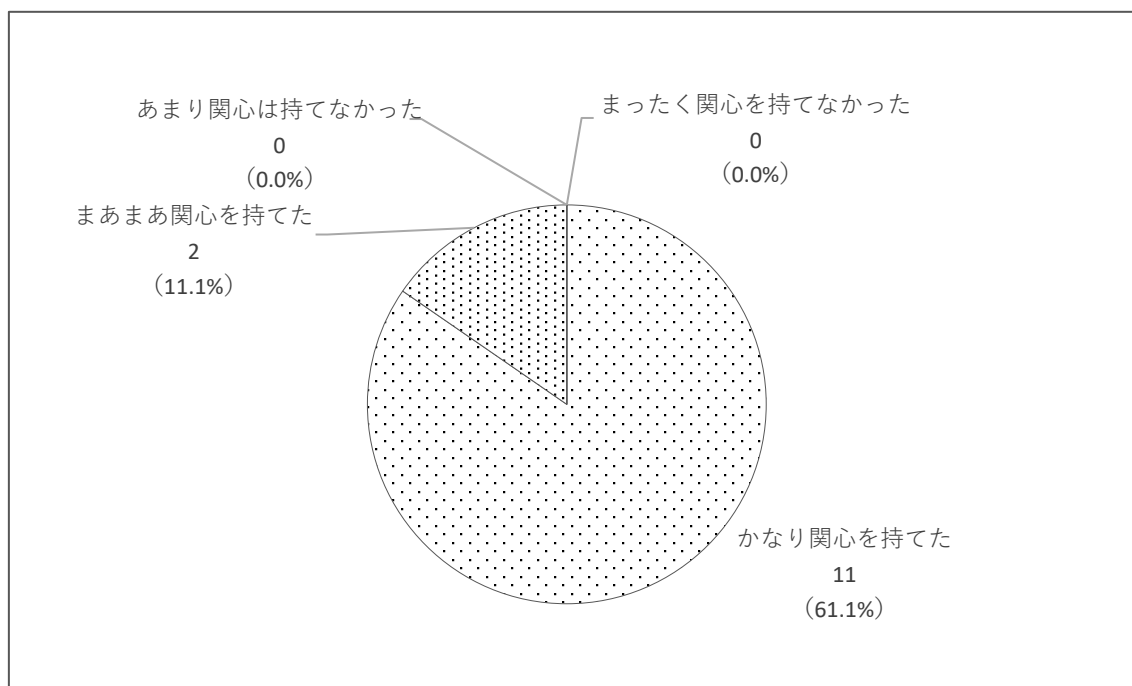
成果報告会の開催後、出席者に対して、以下の質問項目で構成されるアンケートを実施した。以下にその集計結果を掲載する。

- (1) VR 等のコンテンツや遠隔教育モデルへの興味関心
- (2) 化学実験の遠隔教育の実施実績
- (3) 化学実験の遠隔教育に関する課題等
- (4) 化学実験教育への VR 技術等の活用意向
- (5) 次年度以降の事業活動や事業成果への興味
- (6) 実証講座への興味関心、参加意向、情報提供の希望
- (7) ご意見・ご感想など（自由記述）

今年度の成果報告の内容に対して、参加者全員から「かなり関心が持てた」「まあまあ関心が持てた」と回答が寄せられた。また、次年度以降の事業成果についても、参加者全員から「かなり興味がある」「まあまあ興味がある」との回答が寄せられた。さらに、次年度以降に実施する実証講座について「興味があり、参加したい」が約 4 割、「興味があり、内容により参加を検討したい」が約 2 割、「興味があり、情報提供してほしい」も約 4 割であった。

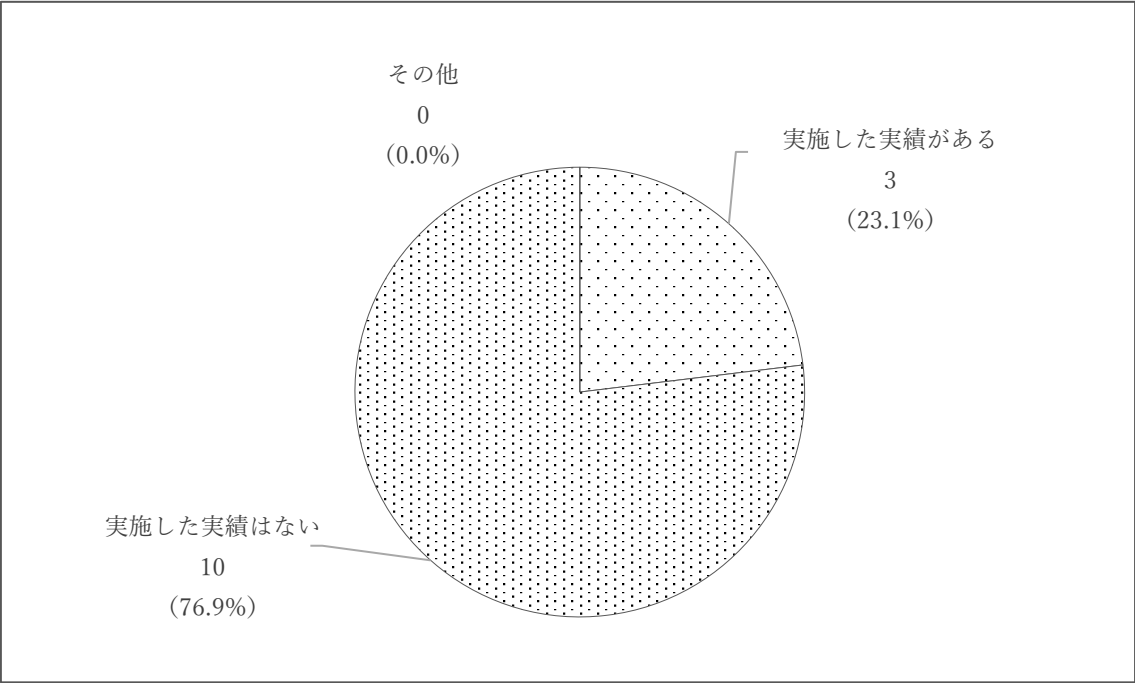
以上から成果報告会の参加者より、昨年度に引き続き大いに興味を持って頂けたと考える。次年度以降も継続して事業に取り組んでいくと共に、成果報告会に参加した教育機関・企業をはじめ、外部機関とも積極的に連携を引き続き検討していきたい。

(1) 本校の化学分野の教育活動や、事業成果である VR 実験教育コンテンツや e ラーニング教材、それらを活用した遠隔教育モデル等に、興味関心をお持ちいただけましたか。



	回答者	%
かなり関心を持てた	11	84.6%
まあまあ関心を持てた	2	15.4%
あまり関心は持てなかった	0	0.0%
まったく関心を持てなかった	0	0.0%
総計	13	

(2) ご所属機関では、実験・実習の遠隔教育を実施された、または教育に導入された実績がございますか。

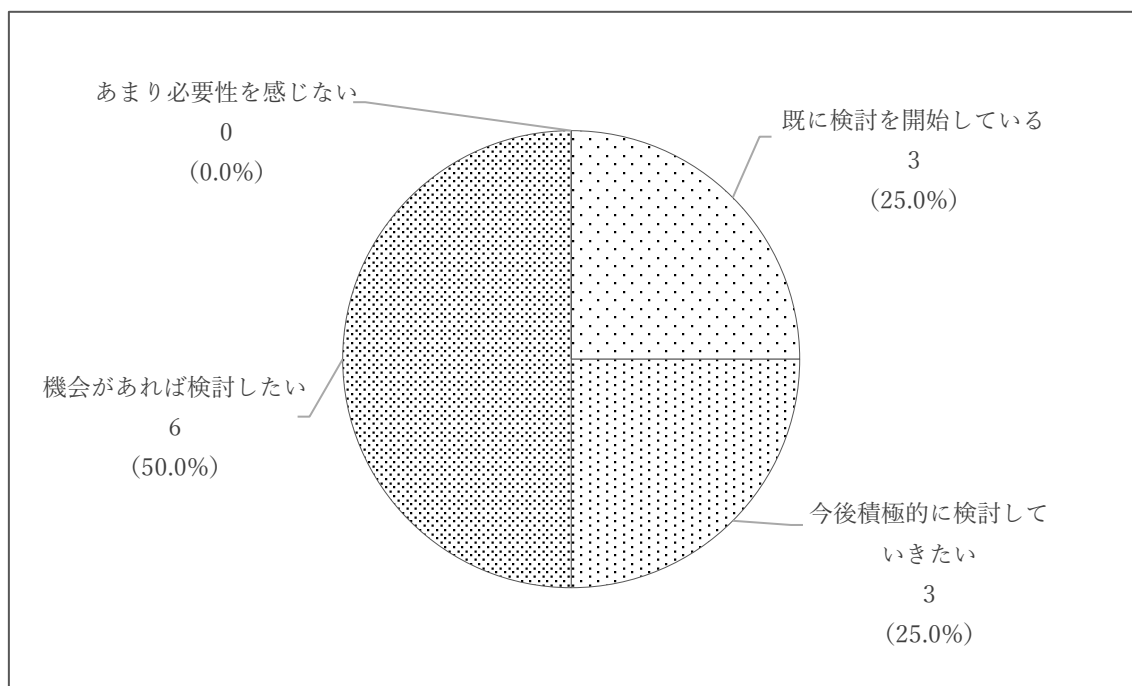


	回答者	%
実施した実績がある	3	23.1%
実施した実績はない	10	76.9%
その他	0	0.0%
総計	13	

(3) 実験・実習の遠隔教育に関して、課題等がございましたらご記入ください。

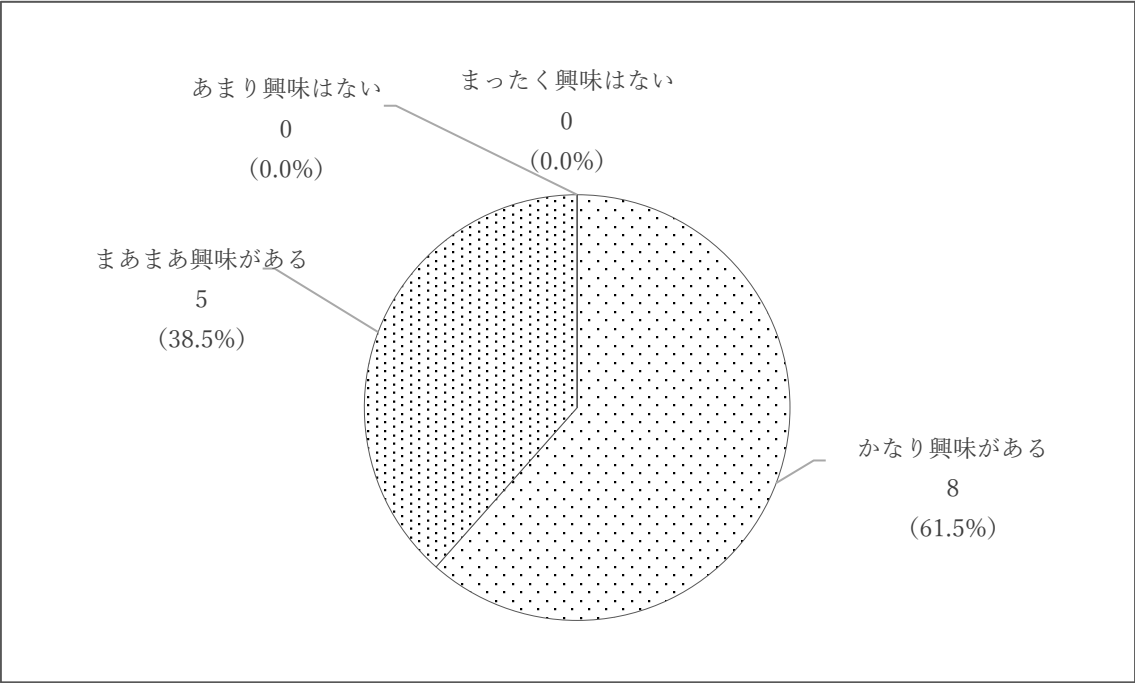
- ・少人数制度は可能だが、1 クラス 40 人の大規模になると難しい
- ・今回の VR の例のような実際の授業と違う目的を持った“事前授業”という立ち位置の授業を増やした時、年間授業時間総数調整等の別の課題は出てくると感じた。
- ・リアルさに課題がありそう、定性評価の微妙な違いや標線に併せるなど現実に視覚や体感で理解していく体験にどれだけ近づけていくかが課題。その点を初めから求めないのであれば利用価値はあるのだと思います。
- ・場所の確保
- ・電子黒板と画像共有のすみわけ
- ・スクリーンショットの保存でメモがわりにしないようにするための対策
- ・VR の酔いが無ければ、全体的に満足する結果がより得られると思いました。
- ・課題と言っていいのか分かりませんが、VR の実施後アンケートで器具を割っても罪悪感がないという意見がありました。実際に器具が割れた音を録音し、落とした際に流れればリアリティーが出てよいのではないかと感じました。
- ・VR では器具の扱い方が雑になるのは身に感じました。VR により器具を大切に扱うと言った気遣いが薄くなるのではないかと感じました。実験(VR)を行う学生には慎重に器具を扱うということも教育する必要があるのではないかと考えました。
- ・遠隔ではないが、非正規社員の登用により、教育時間が増加している。

(4) ご所属機関における、実験・実習教育への VR 技術等の活用のご意向をお教えてください。



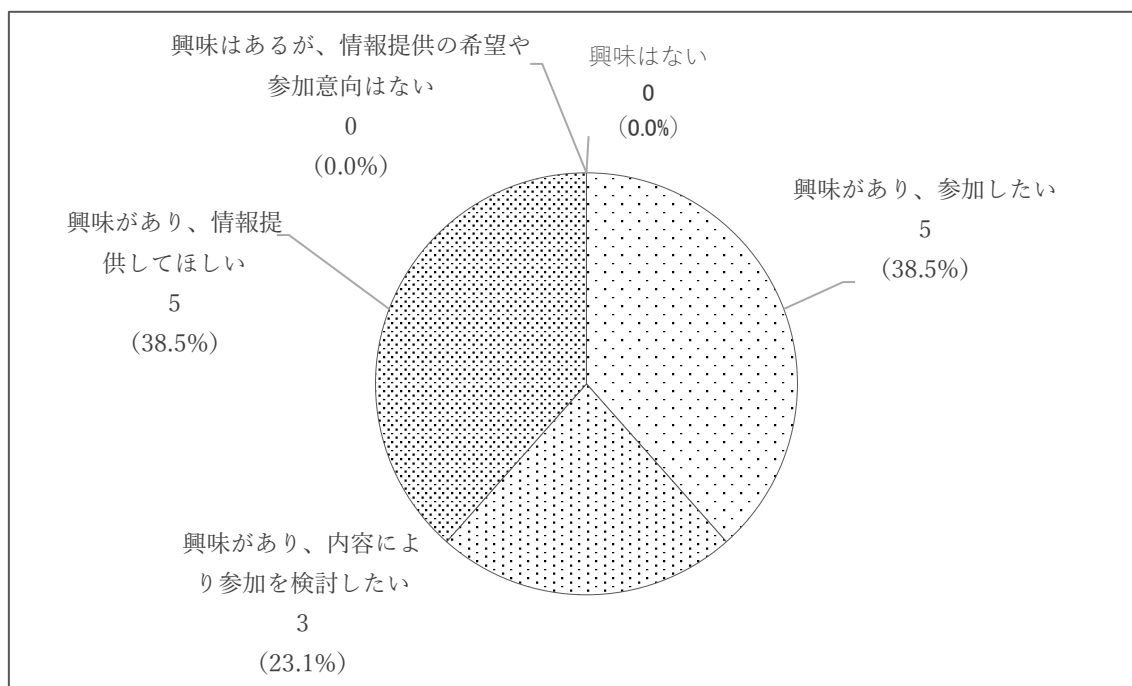
	回答者	%
既に検討を開始している	3	25.0%
今後積極的に検討していきたい	3	25.0%
機会があれば検討したい	6	50.0%
あまり必要性を感じない	0	0.0%
総計	12	

(5) 本事業は3か年計画であり、本年度が2年目です。本事業の次年度以降の事業活動や事業成果に興味はございますか。



	回答者	%
かなり興味がある	8	61.5%
まあまあ興味がある	5	38.5%
あまり興味はない	0	0.0%
まったく興味はない	0	0.0%
総計	13	

(6) 次年度以降、本事業の開発成果を活用して、実証講座を開催します。本講座に対し、ご興味や参加意向はございますか。



	回答者	%
興味があり、参加したい	7	38.9%
興味があり、内容により参加を検討したい	3	16.7%
興味があり、情報提供してほしい	7	38.9%
興味はあるが、情報提供の希望や参加意向はない	1	5.6%
興味はない	0	0.0%
総計	18	

(7) 本事業は3か年計画であり、本年度が初年度です。本事業の次年度以降の事業活動や事業成果に興味はございますか。

- ・ 学生の方がVRを操作されている動画は拝見しておりましたが、実際のどのような内容を実験されていたのか知らなかったのも、とても興味深く視聴させていただきました。また募集広報の部分でも本事業に関連してなにかご提案できることがあればご案内させていただければと存じます。引き続きどうぞよろしくお願いいたします。
- ・ 参加させて頂き、ありがとうございます。VRが年々成長している過程がよくわかりました。ブラッシュアップされ、リアルとの差が近づき、スティックの操作性が向上することを期待しています。
- ・ VR活用は実験に関わらず、費用対効果がまだ出ていないので、あまり発展していないと思います。その分野に敢えて先行している点は感銘を受けましたので、是非継続して頂ければと思います。
- ・ 生徒の予習復習に関してもe-ラーニングは絶対に良いと思いました。
- ・ 非常にわかりやすく時間を忘れるほど画面に引き込まれ、興味深い内容でした。当日、私はVRに参加できませんでしたが、動画を見て臨場感を感じられました。アンケート内容にもありましたが、外部モニターに映し出せたら第三者からの意見を聞きながらVR操作ができるのではないかと思います。ぜひ機会があれば挑戦したいと思いました。また、分析機器は1台しかないのも、機器分析実験でVRをぜひ活用させるべきと思いました。
- ・ スマホVR版コンテンツとても面白いと思いました。VRゴーグルの重さや、リモコンの操作での躓きがなくなるので、「手軽に」学べる点が良いと思いました。コンテンツの案ですが、臨床分析実験で行う、無菌(クリーンベンチ)操作、植菌などは、スマホで十分に学ぶことができると思いました。