

## バーチャル実験を取り入れた分析化学教育モデルの開発

重 里 徳 太

## 1 取組の背景

日本分析化学専門学校は、開校から今年で41周年を迎えるが、2020年に入学した39期生が初めて登校をしたのが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であった。そして、卒業式を迎えた2年後の2022年3月8日、大阪府はまん延防止等重点措置の対象区域に指定されており、まさにこの39期生たちはコロナで始まりコロナで終わる学生生活であった。

本校としても、何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、オンラインでの個別指導を実施。当初予定していた各種行事も延期や計画縮小はあったものの、無事に2年間、予定通りの授業時数を終えることができた。これらの取組は、先取的なものとして、当時文部科学省が制作した「専修学校の遠隔授業オンラインセミナー」動画や、月刊誌「文部科学広報」にも取り上げられた。

しかしながら、教育プロセスにおいて悔恨の念を抱くとすれば、コロナ禍での実験・実習が十分であったかということである。現在の高等学校では、一部工業系を除き化学実験を実施している学校は少数であり、本校に入学する学生も化学実験の経験は乏しい。そのような中、遠隔で授業はできたとしても、実験・実習が対面でできない入学当初の期間は、どれだけ不安な気持ちであったかということを推察すると、十分なフォローができたとは言いがたい。

今回の本事業へのチャレンジは、こうした39期生への教育の背景から、この後の入学生に同じ思いをさせたくないという教職員の思いが根底にあることを冒頭に申し上げておきたい。

## 2 事業目的と体制

コロナ禍における教育現場では、多様なメディアを利用して行う遠隔授業が急速に拡大した。しかし、実習科目の遠隔教育についてはこれまで対面で実施されてきた実践的な職業教育と同等以上の効果を得られているとは言い難く、技術指導を中核とする専門学校での共通の課題となっていた。

このような背景を踏まえ、文部科学省では2021年度から「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)を展開。本校では文部科学省の公募に応じ、「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」を受託した。本事業では、行政・教育・企業・業界団体の各機関が連携し、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。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ことを目的とした。また、本取組によって、化学分野のみならず幅広い技術教育の実習科目への遠隔教育の導入を推進するとともに、より高度な専門教育を提供する高校と専門学校との連携への発展も目指した。

## 3 初年度の取組(2021年度)

化学分野における遠隔教育モデルのニーズやVR(Virtual Reality)技術等の活用状況について各種の実態調査を実施。それらの結果を踏まえて、eラーニング、VRコンテンツ、実習科目における技術教育のプラットフォームといった各種コンテンツの開発を行った。

## 3・1 調査

## 3・1・1 遠隔教育モデルに対するニーズ等の実態調査

本調査では、化学関連分野の専門学校、大学、高校(普通科・工業関連学科)、高等専門学校に対し、特に実験・実習に関連した授業等に関して、新型コロナウイルス感染症による影響や対応状況・今後の対応意向などを質問した。回答数は84件で、うち約6割が化学分野に関連する学科を設置した大学で、約2割が高等学校となっている。

まず新型コロナウイルス感染症による緊急事態宣言下での「教室での講義等」と「実験室等での実験・実習」との実施状況を質問した。その結果、いずれも「平時と同様に実施した」という回答は3割程度に留まり、集合(対面)学習という従来の教育形態の運用が困難であったことが伺える。さらに、化学系科目の教育の質・量を従来と同様の水準に維持する困難性について質問したところ、「とても困難だった」が26.2%、「やや困難だった」56.0%となっており、新型コロナウイルス感染症の影響は、化学分野の教育においても非常に大きかったことがうかがい知れた。

以上のような状況下で、遠隔教育の導入状況を質問し

たところ、「大いに活用した」が76.2%、「すこし活用した」が17.9%であり、実に9割以上が遠隔教育の導入を行ったと回答した。但し、実施した遠隔教育に対する満足度について質問したところ、「大いに満足している」と回答したのは3.8%に留まり、「まあまあ満足している」が63.8%、「やや不満がある」が28.8%であった。

VR技術を活用した実験・実習教育への興味については、「とても興味がある」「すこし興味がある」が約7割を占めていた。

これらの回答から、国内の化学分野の教育現場では、遠隔授業に対し教育の質・量を維持することの困難さとVR技術に対する期待があることが伺えた。

### 3・1・2 VR技術を活用した実習等事例調査

本事業でVR技術を活用した遠隔教育モデルを検討するにあたり、本調査によって、化学分野におけるVR技術等を活用した既存のサービス・コンテンツ等の事例を調査した。

日本国内では、当時VR技術等の活用が模索されている最中であり、VRコンテンツ・サービスの事例は多くなかった。特に化学分野においてはほぼ事例が存在せず、本調査での調査対象は海外の事例を中心とした。ただ海外でも、化学周辺分野である医療分野や生物分野での導入事例や研究事例等は比較的多く見られたものの、化学分野そのものを対象としたVRサービス・コンテンツ等は少なかった。したがって、化学分野の教育へのVR技術活用は、世界的にみてもまだ研究途上にある状況と推察した。

今回発見できた事例のうち、本事業で想定するバーチャル空間上での実験教育を実現しているのは、「Labster」, 「PraxiLabs」, 「Ryerson Augmented Learning Experience (RALE)」などである。中でも導入実績が多いのは、「Labster」で、全世界の教育機関2000件以上で導入されていた。但し、いずれの事例も調査時点では、日本語に対応しておらず、日本の教育機関への展開はしていない。

こうした状況を踏まえて、本事業ではVR技術を活用したコンテンツを新たに開発する方向で検討を進めた。

### 3・1・3 技術教育手法事例調査

本調査では、専門学校や大学等における新型コロナウイルス感染症への対応などを目的に導入された化学分野等での実験・実習等の技術教育の特徴的な取組事例を調査した。

調査の過程で特に多く見られたのは「ハイブリッド授業」である。これらの事例では基本的に、新型コロナウイルス感染症に対応するため、フェイスシールドの装着や3密の回避、換気の徹底など、感染症対策を実施し

た上で、実験室等での実験を実施している。一方、自宅でも実験等を行うことができるよう、実験に必要な器具や試薬をパッケージ化して学生に配布していた事例もあった。次に比較的多く見られたのは「ライブ配信」と「ビデオコンテンツ等のオンデマンド配信」であった。

また、「VR・AR」に関する事例では、スマートフォンやタブレットなどを活用して3Dオブジェクトを表示した事例や、HMD（ヘッド・マウント・ディスプレイ）を用いて実験の様子を視聴させた事例などを発見できたが、今回調査した範囲では、いずれも本格的に化学分野の教育に導入された事例ではなかった。

以上のような調査結果を踏まえて、化学分野の実験・実習等の遠隔教育モデルの検討を進めていくこととした。

### 3・2 開発

本事業では、遠隔教育の充実により短時間の集合（対面）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ことにした。

実験・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（図1）。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（対面）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験・実習に取り組むことができる。これにより、短時間の集合（対面）学習で最大限の教育効果が期待できると考えた。

また、開発するターゲットとしては、最も基礎的な実

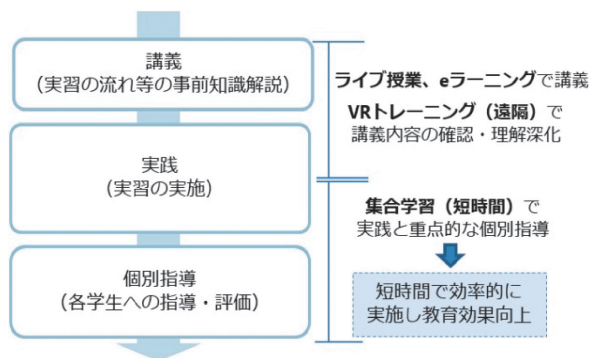


図1 本事業の遠隔教育モデル

験科目「基礎化学実験」の入口である以下の表の部分とした(表1)。

表1 開発する基礎化学実験の学習テーマ

形態	学習テーマ	実施手法	時間数
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
講義	実験ガイダンス	遠隔授業 (ライブ・eL・VR)	6.0 時間
実習	中和滴定 (化学的滴定法)	集合学習	27.0 時間



写真2 360度カメラによる実写版VR

### 3・2・1 eラーニング

実験科目「基礎化学実験」において、従来は集合(対面)学習で行っていた部分をeラーニングのコンテンツとして開発し、教育効果等の検証を実施した(写真1)。

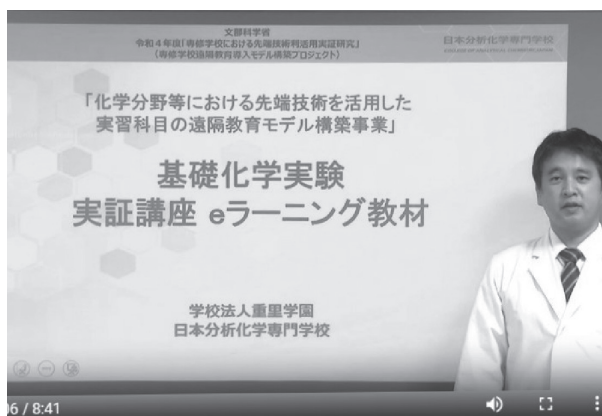


写真1 eラーニング動画

### 3・2・2 VRコンテンツ

2種類のVRコンテンツのプロトタイプを開発し、教育効果等の検証を実施した。

#### (1) 実写版VRコンテンツ

360度カメラを使用して実験の様子を撮影。学生2名が実験を演示し、教員1名が指導を行う構成とし、動画はYouTube等で視聴可能。学習者は画面操作により映像を360度スライドでき、任意の角度やズームでも見ることができる(写真2)。

#### (2) 3DCG版VRコンテンツ

VRゴーグルを使用して実験を体験する学習コンテンツを開発。学習者はバーチャル空間上に用意された実験器具(3Dオブジェクト)を、持ち運んだり操作したりして実験を進行。誤操作や操作ミスをする、エラー表示が出たり実験結果が失敗になったりするなど、ゲーム的な要素を盛り込んだ(写真3)。

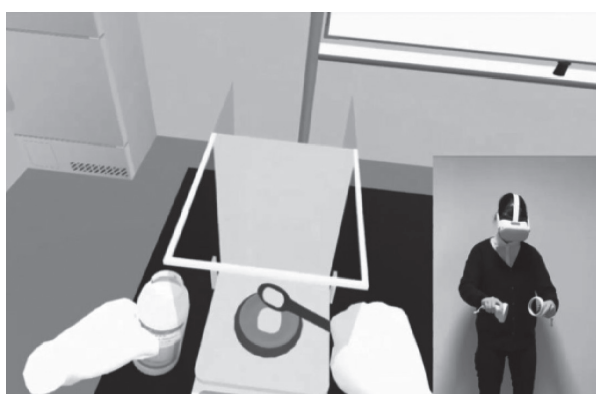


写真3 3DCG版VR「試薬の量り取り」

## 4 2年目の取組(2022年度)

前年度の開発成果をもとに、2年目はVRトレーニングコンテンツやeラーニングコンテンツの本格開発や運用環境の整備に取り組んだ。本校の学生と教員の協力のもと行われた試用検証では、臨場感の高さやゲーム性による楽しさが評価された反面、操作方法の複雑性やVRゴーグル酔いに関する声も寄せられ今後の改善点が洗い出された。

また、実験科目「基礎化学実験」の学習項目の一つである「中和滴定実験」において、その有効性の検証を目的として、中和滴定実験の学習経験のある本校学生および学習経験のない高校生を対象に、実際に体験を行う実証講座を実施。実験の成績評価から、VRコンテンツを活用した事前教育の有効性が確認できた。以下に具体的な内容を記載する。

### 4・1 実証講座実施内容

VRトレーニングやeラーニングの教育効果を測定するため、本校の学生14名と大阪高等学校1年生8名の計22名の受講者を二つのグループに分け、それぞれ異なる以下の学習方法で講座を実施した。

#### 4・1・1 グループI

eラーニング教材とVR教材(写真4)で事前学習を



写真4 VRゴーグルとスティックによる操作



写真5 実験室で中和滴定実験

行った後、中和滴定実験（写真5）を行う。

#### 4・1・2 グループII

基本的に事前学習をせずに、中和滴定実験を行う。  
※事前に配布したテキスト等で任意に学習

#### 4・2 実施後のアンケート結果

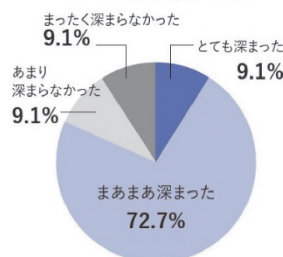
eラーニングコンテンツについては、グループIが視聴して回答した。受講後アンケートの結果を見ると、学習内容を理解できたかという質問には、「よく理解できた」「まあまあ理解できた」が9割、学習内容に満足できたかという質問には、「とても満足できた」「まあまあ満足できた」が全員という結果になった。

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（図2）。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。

#### 4・3 実証講座実施結果

実験の評価結果（図3）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

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



VRトレーニングの学習に満足できたか

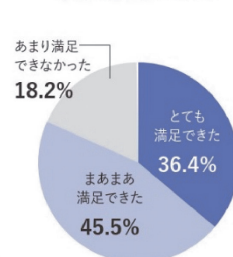


図2 実施後のアンケート結果グラフ

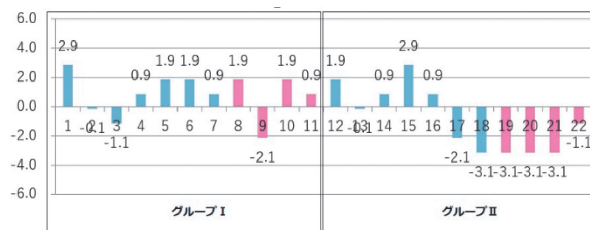


図3 実験操作における平均点との差

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Iの方がグループIIより平均との差が上回っている対象者が多かった。

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。

## 5 最終年度の取組（2023年度）

最終年度となる今年度は、実証講座の検証結果を受けて遠隔教育モデルと各種コンテンツを改良する。現時点では、実験器具の取り扱い、注意事項等の学習のほか、より発展的な実験学習のテーマである定量分析や定性分析なども対象として検討する。これにより、国家資格・化学分析技能士の対策学習や資格の普及展開に繋げること検討する。

また、拡張開発として教員と学生がアバターによって一つのVR空間で共に学ぶメタバース化の検討も進める予定である。



重里 徳太 (Tokuta Juri)  
学校法人重里学園日本分析化学専門学校  
(〒530-0043 大阪府北区天満2-1-1)  
近畿大学。《主な著書》“知っておきたい化学の豆知識”, (化学同人)。