

化学実験への動画解説の導入検討

Review of introduce explanatory movie via chemical experiment

豊島 雅幸¹⁾, 高橋 龍也¹⁾

Masayuki Toyoshima¹⁾, Tatsuya Takahashi¹⁾

Abstract : In Chemical I and Chemical II, students have done four chemistry experiments in two years. The teachers showed the students a movie explaining the experiment and discussed the students' understanding based on the video using a questionnaire. The movie was designed to increase viewing opportunities for students, and the teachers were able to confirm that most students watched it voluntarily. As a result, the time required for the experiment was shortened and the probability of accidents was successfully reduced, confirming that the students had a better understanding of the process. In addition, the students who watched the movie had a better experience than those who did not, and their understanding of the experiment increased as they watched the movie longer. It is safe to say that the introduction of the explanatory movie was a success. However, there are some problems with this program, and we plan to improve it in the future.

Keywords : Information and Communication Technology, Visual imaging, Chemical experiment

1. 緒言

本校荒川キャンパスの一般科目である化学I(1学年, 必修 2 単位), 化学 II (2 学年, 必修 2 単位) は産業技術高専開設以来, 前期後期にそれぞれ 1 回ずつ, 2 学年合わせて計 4 回の実験を授業内に設けている. 各実験は, 授業内容に沿ったもので, 実験器具の取り扱いが勿論, 授業において捉えにくい視覚的な変化や法則に沿った計算, 評価を含むものである.

しかしながら実験では, ガラス器具やガスバーナー, 強酸, 強塩基, 重金属物質などを使用するため, 怪我の可能性があることや実験後の処理, 回収などの作業がある. 近年, 実験経験が少ない学生が増加する傾向にあり, その影響のためか, 実験所作に問題のある行動が増えてきている. そこで, 口頭の説明に加え新たな方法の必要を考えるに至り, 問題の解決策として, 学生側から, 「実際の所作(授業中の模擬実験など)」を見ればわかりやすかった, という意見もあったことから, 動画にすることで, 理解促進が図れるのではないかと考え, 動画作成をして授業へ導入した.

本稿では, 動画作成の要点および, 4 回の実験に対して, 2 年間の動画開設導入による所要時間や所作の変化および学生の理解度について報告する.

2. 動画作成

2.1 動画作成にあたって

動画作成に当たっては, 下記の 3 点を念頭に検討することにした.

- 1) 学生が視聴するハードルを下げる.
- 2) 複数回, 視聴されるようにする.
- 3) 動画内容が頭に残るようにする.

理由としては, 1) に関しては, 授業とあまり変わらない解説の場合, 視聴自体を拒否する学生が出る可能性があること. 2) に関しては, 反復することによる理解の促進を目的としていること. 3) に関しては, 実験所作において特に注意すべき点を, 共同実験者(基本的に 2 名 1 組で実施)と共有し, 実験の円滑な進行と事故防止のためである.

以上の 3 点を成立させる方法として, 文章中心ではなく音声中心で, さらに教員の肉声ではなく, 内容を印象付けるために特徴的な声を用いることで, 1) と 3) が両立できるのではないかとこの観点から, 株式会社AHS より発売されている, 文章読み上げソフト, VOICEROIDE を採択し使用した. また, 2) と 3) の両立としては, 動画の中にはあまり字幕を用いず, 話すスピードの調整や展開中の BGM を切り替えることなどで, 制作した.

1) 東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科, 一般科目

2.2 動画の配信にあたって

動画の配信は当初から YouTube を検討していた。これは、近年の ICT 教育として YouTube の有効性検討とともに、コメント機能も ON にすることで外部からの有意義なコメントを収集することも目的としている。

問題としては、自宅にネット環境のない学生に対する対応があったが、奇しくも、2020 年のコロナ禍で各家庭にネット環境が整っていること、また、本校が Google Classroom による遠隔授業を開始したことから、YouTube (産技荒川化学チャンネル) と Google Classroom によって動画配信 (Fig. 1) を行った。



Fig. 1 2 学年前期実験動画よりキャプチャー

2.3 使用ソフト、機材

動画作成に当たっては、下記のソフトを使用した。

VOICEROIDE+ 吉田くん EX, VOICEROIDE2 桜乃そら(株式会社 AHS), AviUtil (フリーソフト:KEN くん氏作), ゆっくりムービーメーカー3 (フリーソフト:饅頭遣い氏作)

動画撮影機材として SONY アクションカメラ FDR-X1000V (SONY) を使用した。

3. 回答結果

3.1 質問内容

1 学年, 2 学年共通で、下記の質問を行った。回答は無記名および成績に関与しない旨を通知し、無回答に関しては全体数から除外している。

<前期実験>

1. 視聴の有無.
2. 視聴回数.
3. 動画を視聴した場合、実験の進行は円滑だったか.
4. 動画未視聴の場合、実験の進行は円滑だったか.
5. 動画はあったほうが良いか
6. 自由意見

<後期実験>

1. 視聴の有無.
2. 視聴回数.
3. 動画を視聴した場合、実験の進行は円滑だったか.

4. 動画未視聴の場合、実験の進行は円滑だったか.
5. 動画はあったほうが良いか.
6. (前期未視聴, 後期視聴の学生のみ対象)視聴したことで理解度は上昇したか.
7. 自由意見

3.2 回答結果と授業の様子

回答結果を質問ごとに表記する。なお、クラスに関しては特定できないように、A, B, C, D とし、数値はパーセント表示とする。

3.2.1 視聴の有無と実験所要時間

各実験における視聴者の割合と実験の所要時間(実験開始の指示から終了確認までの時間)を表にまとめた (Table 1.1 – 1.4)。また、2 学年の学生は前年度に試験的に作成した実験解説動画を見ている状態である。なお比較対象として、動画がなかった 2018 年, 2019 年の過去 2 年間ではあるが、学年における平均所要時間も併せて表記する。

学生が行うため、所作の誤りや待ち時間があることもあり、完全な相関関係は見られなかったが、基本的に視聴した学生の割合が多いほど、実験の所要時間は短くなる傾向となった。また、どの実験においても動画がない状態と比較して、5 分から 10 分程度所要時間の短縮が確認された。

Table 1.1 1 学年前期実験視聴調査結果

クラス	視聴 (%)	未視聴 (%)	平均所要時間
A	100	0	63 分
B	97.6	2.4	60 分
C	80.5	19.5	65 分
D	48.7	51.3	72 分
学年	82.0	18.0	65 分

過去 2 年間の平均所要時間 75 分

Table 1.2 1 学年後期実験結果

クラス	視聴 (%)	未視聴 (%)	平均所要時間
A	95.0	5.0	42 分
B	97.5	2.5	40 分
C	73.2	26.8	47 分
D	75.0	25.0	45 分
学年	85.1	14.9	43.5 分

過去 2 年間の平均所要時間 55 分

Table 1.3 2 学年前期実験結果

クラス	視聴 (%)	未視聴 (%)	平均所要時間*
A	78.9	21.1	75 分
B	95.3	4.7	68 分
C	100	0	72 分
D	77.5	22.5	77 分
学年	88.3	11.7	73 分

過去 2 年間の平均所要時間 80 分
*授業終了後の延長実験時間を除く

Table 1.4 2 学年後期実験結果

クラス	視聴 (%)	未視聴 (%)	平均所要時間
A	89.5	10.5	64 分
B	100	0	60 分
C	97.4	2.6	60 分
D	82.1	17.9	70 分
学年	92.4	7.6	63.5 分

過去 2 年間の平均所要時間 75 分

これは、学生から教員に対して、手順、所作の確認行為、ガラス破損などの教員の手が必要になる事故が減ったことが要因と考えられる。また、2 学年前期実験においては、時間が足らずに追加実験をした班が、各クラス平均 2 班ほどあったが、動画導入年では 0 班だったことから、動画による実験所要時間の短縮がなされたといえる結果が得られた。

3.2.2 視聴回数

各実験に対する動画の視聴回数を表にまとめた (Table 2.1 - 2.4)。なお、4 回以上の視聴に関してはまとめている。

全体の傾向として、前期に視聴した大半の学生は後期も同回数以上の視聴をしている。また、少数ではあるが、10 回近く視聴した学生もいた。

Table 2.1 1 学年前期実験動画視聴回数結果

クラス	0 回 (%)	1 回 (%)	2 回 (%)	3 回 (%)	4 回～ (%)
A	0	17.9	30.8	38.5	12.8
B	2.4	14.6	46.3	29.3	7.3
C	19.5	43.9	22.0	12.2	2.4
D	51.3	30.8	12.8	5.1	0
学年	18.1	26.9	28.1	21.3	5.7

Table 2.2 1 学年後期実験動画視聴回数結果

クラス	0 回 (%)	1 回 (%)	2 回 (%)	3 回 (%)	4 回～ (%)
A	5.1	23.1	43.6	17.9	10.3
B	2.5	32.5	40.0	20.0	5.0
C	26.8	53.7	16.5	0	0
D	25.0	50.0	20.0	2.5	2.5
学年	15.0	40.0	30.6	10.0	4.4

Table 2.3 2 学年前期実験動画視聴回数結果

クラス	0 回 (%)	1 回 (%)	2 回 (%)	3 回 (%)	4 回～ (%)
A	21.0	42.1	23.7	13.2	0
B	4.7	18.6	46.5	25.6	4.7
C	0	14.6	43.9	36.6	4.9
D	22.5	42.5	22.5	12.5	0
学年	11.7	29.0	34.6	22.2	2.5

Table 2.4 2 学年後期実験動画視聴回数結果

クラス	0 回 (%)	1 回 (%)	2 回 (%)	3 回 (%)	4 回～ (%)
A	10.5	34.2	42.1	10.5	2.7
B	0	23.3	51.2	23.3	2.2
C	2.6	21.1	50.0	21.1	5.2
D	17.9	46.2	28.2	2.6	5.1
学年	7.6	31.0	43.0	14.6	3.8

なお、視聴回数が減った学生の理由としては、前期の実験進行が円滑だったので、見なくても大丈夫だろうと考えたとのことであった。

3.2.3 実験の進行状況

動画を視聴した学生と未視聴の学生に分けて、実験の進行状況を表にまとめた (Table 3.1 - 3.4)。円滑な進行の基準としては、実験において次の過程が、他人から指示されなくても進行できる、としている。なお、回答者がいない場合は、"n.d." で表記する

全体として、視聴した学生は円滑に進行し、未視聴の学生は円滑な進行ができない傾向が見られた。また、3 回以上視聴した学生は、円滑に進行の割合が 100 %であったことから、複数回の視聴で理解度は向上する結果となった。

Table 3.1 1 学年前期実験進行状況結果

クラス	視聴		未視聴	
	円滑 (%)	難航 (%)	円滑 (%)	難航 (%)
A	97.5	2.5	n.d.	n.d.
B	97.4	2.6	0	100
C	97.0	3.0	50.0	50.0
D	88.9	11.1	65.0	35.0
学年	96.2	3.8	50.0	50.0

Table 3.2 1 学年後期実験進行状況結果

クラス	視聴		未視聴	
	円滑 (%)	難航 (%)	円滑 (%)	難航 (%)
A	97.1	7.9	100	0
B	97.4	2.6	0	100
C	100	0	100	0
D	100	0	80.0	20.0
学年	97.1	2.9	87.5	12.5

Table 3.3 2 学年前期実験進行状況結果

クラス	視聴		未視聴	
	円滑 (%)	難航 (%)	円滑 (%)	難航 (%)
A	75.7	24.3	37.5	62.5
B	85.7	14.3	100	0
C	90.2	9.8	n.d.	n.d.
D	76.7	23.3	33.3	66.7
学年	82.7	17.3	42.1	57.9

Table 3.4 2 学年後期実験進行状況結果

クラス	視聴		未視聴	
	円滑 (%)	難航 (%)	円滑 (%)	難航 (%)
A	97.1	2.9	25.0	75.0
B	92.7	7.3	0	100
C	94.6	5.4	100	0
D	93.8	6.3	14.3	85.7
学年	94.4	5.6	21.4	78.6

3.2.4 動画の視聴による理解度の変化

前期実験動画を未視聴、後期実験動画を視聴した学生限定で、視聴による授業理解が進んだかの回答結果を表

にまとめた(Table 4)。なお、前期実験動画を未視聴の学生がいないクラスに関しては "n.d." で表記している。

Table 4 動画視聴による理解促進回答結果

クラス	1 学年		2 学年	
	進行 (%)	維持 (%)	進行 (%)	維持 (%)
A	n.d.	n.d.	100	0
B	100	0	100	0
C	100	0	n.d.	n.d.
D	100	0	75.0	25.0
学年	100	0	90.0	10.0

1 学年では、すべての回答者が、動画視聴により実験に対する理解度が進行したという回答が得られた。また、2 学年においても 1 名を除き、同様の回答を得た。なお、理解が進まなかったと回答した学生からは、化学の基本的な部分が理解できていないので、物質名などを出されても理解できない、と直接コメントされたことから、今後は授業内容の復習ができる機会の必要性を感じる結果となった。

3.2.5 動画の必要性

最後に実験解説動画は必要かどうかについての回答結果を表にまとめた(Table 5.1 - 5.2)。

Table 5.1 1 学年動画の必要性回答結果

クラス	前期		後期	
	必要 (%)	不要 (%)	必要 (%)	不要 (%)
A	95.0	5.0	92.7	7.3
B	97.5	2.5	95.0	5.0
C	97.3	2.7	97.4	2.6
D	97.3	2.7	97.5	2.5
学年	96.8	3.2	95.6	4.4

Table 5.2 2 学年動画の必要性回答結果

クラス	前期		後期	
	必要 (%)	不要 (%)	必要 (%)	不要 (%)
A	100	0	94.7	5.3
B	97.5	2.5	100	0
C	92.7	7.3	97.4	2.6
D	100	0	94.9	5.1
学年	97.4	2.6	96.8	3.2

1 学年, 2 学年ともに, 大半の学生が解説動画の必要性を感じているという結果を得た. なお, 動画は不必要と感じている学生の意見としては, 結果まで見えてしまうので, どう変化するか楽しさがなくなってしまう, という積極的な取り組み故の回答もあった.

3.3 自由意見からみられる実験動画の意義

自由意見欄から動画作成に対する狙いとその成果を検証する.

3.3.1 面白かった

自由意見の最も多かった回答であるが, 本動画作成の狙いとして, 化学に対するハードルを下げる, があつたが, 視聴割合や, この意見から, 動画作成は概ね成功であり, 狙い通りの結果を得られたと考えられる.

3.3.2 音声の希望

本動画では, VOICEROIDE の中では癖の強いものをあえて選択した. これは, 特徴的な音声で記憶に残りやすくするのが目的であつたが, これに対して, 別の音声ソフトや声優を名指しで希望する意見もあつた. ただ, 教員の肉声での希望は 1 件のみだったので, こちらも授業と動画の両立を目指すうえでは受け入れられた結果と思われる.

3.3.3 時間短縮の希望

実験動画 4 本は, すべて 10 分を超えるものであつた. 学生の中には, 登下校中の時間で見たかつたが, やや長すぎるとの意見もあつた. これに関しては実験所作だけをピックアップした 5 分程度の動画をつくり検討をする必要を感じている.

3.3.4 字幕を付けてほしい

本動画では, 音声による聞き取りによる理解促進を考え, 複数回の視聴を前提に動画作成を行ったが, 細かいところは字幕を付けてほしいという意見もあつた. これに対しては, 近年, 言葉による説明を完全に理解しきれない学生や文字認識を必要とする学生が増えていることから, 改善の必要はあると考えている.



Fig. 2 Fig.1 をはめ込みした字幕付き動画検討案

現段階では, ゲーム攻略動画などに用いられている, bimm システムとよばれる構造の, 字幕付きの動画も作成 (Fig. 2) して, 学生の反応を検討する予定である.

4. まとめと今後の予定

化学実験への解説動画の導入結果を総括し, 検証を行った, 本稿でのまとめを示す.

1) 口頭, 座学の講義では理解しにくい実験所作や細かな注意点に対して, 反復的な動画視聴により, 動画なしに比べて, 学生の気付きの飛躍的な上昇が認められた. また, 所作の確認に来る学生が少なくなったことから, 時間に余裕を持った進行がとれるようになった.

2) 1 回目の動画の視聴をしなかつた学生が, 視聴した学生から注意されることで, 2 回目の動画を視聴することで, その必要性を感じるとともに, 流れを理解したうえでの実験で余裕が生じることに気づくという授業に対する取り組みを改める学生も存在した.

3) 音声に対しては, 概ね好評であつたが, 動画内での説明が音声に偏っていたことから, 字幕での説明を求める声もあり, 今後の改善を検討する

4) 授業内容の動画化と反復視聴による理解の徹底がみられたことから, 授業の動画解説も学力向上の可能性を見出すことができた.

今後は, 本稿で得られた知見から, 化学の復習や演習の動画化を検討し, 化学の授業に還元することで, 教育効果を上げる努力を継続する.