

実験操作技能の向上を目指した理科の授業開発

—ルーブリックと動画教材の比較—

Development of Science Classes for Improving Skills in Experimental Operation
—A Comparison of Using Rubrics and Video Materials—

松尾 佑樹

MATSUO Yuki

(和歌山大学大学院教育学研究科
教職開発専攻授業実践力向上コース)

富田 晃彦

TOMITA Akihiko

(和歌山大学大学院教育学研究科
教職開発専攻)

受理日 令和4年1月31日

抄録：生徒が皆、実験操作技能を向上させるために、ルーブリックや動画教材を用いることは、効果的な方略のひとつである。本研究では、それらの方略が生徒各人にとってどのような特徴ある効果となっているのかという点に注目し、具体的にはルーブリックは意欲に対して、動画教材は知識に対して効果的に働くのではないかと仮説を立てた。そしてルーブリックを用いるクラスと、動画教材を用いるクラスに分け、検証授業を行った。振りかえりシートの分析や数日後の確認問題の正答率を比較することで、比較を行った。検証授業において、ルーブリックを用いたクラスは、動画教材を用いたクラスよりも振りかえりシートにおいて意欲的な側面で効果がある傾向が見られた。また、動画教材を用いたクラスは、ルーブリックを用いたクラスよりも知識の側面を意識しやすいという傾向が見られた。

キーワード：実験操作、実験技能、ルーブリック、動画教材

1. はじめに

中学校学習指導要領（平成29年告示）によると、理科において、「自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力」として「自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探求するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身につけるようにする」と記載されている。また、国立教育政策研究所教育課程研究センター（2013）による調査分析によると、「中学校については、班として行うことはできるが一人一人の技能の習得は不十分なものがある」ことが明らかになっている。授業改善のポイントとしては、「各学校等において、観察・実験器具を繰り返し操作する機会を設けたり、観察・実験を個別に行うような場面を設定したりするなど、授業改善を図ることが大切」という提案もされている。理科における観察、実験の技能は、科学的に探求する過程において必要不可欠であり、生徒の実験操作の技能を向上させるための指導法は、今までに様々なものが検討されてきている。例えば、宮田（2005）による“循環型の問

答－批判学習”を利用した指導法がある。宮田は、3～5人で1班を組んだ中学1年生が協同でガスバーナーの実験操作を学ぶ際に、生徒自身が操作技能を習得したいという思いや、緊急的な危機回避に対する周囲の生徒からの強い語調の助言、または助言を与えた生徒がうまく操作できない場合、「助言を受け入れていない」と助言した生徒が判断してしまうことが、生徒の教えあいを拒む要因であるとし、それを克服するために、周囲の生徒による「操作前の問答場面における事前説明や操作等についての良い点を述べた後、改善点を付け足す」という発話を促し、メタコミュニケーションを行うことで質の高い教え合いを促すことが可能であると明らかにした。また、平賀（2004）はガスバーナーの安全な操作の指導法として、パフォーマンステストを利用した指導法や操作の理由を重視した指導法を提案している。また、石井ほか（2021）によってタブレットによる動画撮影と省察を取り入れた授業実践が行われている。ここではガスバーナーの操作において中学1年生がタブレットで撮影した様子を自己評価している。生徒自身の自己評価によって、ガスや空気の調節など操作中盤での複雑な操作に課題を感じているということが明らかになった。田代ほか（2015）

は、顕微鏡でゾウリムシを観察する授業において、技能評価表を用いて生徒同士で相互評価させることで生徒の技能習得率が高まることを明らかにしている。また、ガスバーナーの指導においては、鈴木（1983）や同じく鈴木（1985）が、「なぜそのような手順でガスバーナーを操作する必要があるのか」を簡単な実験で理解させながら指導する方法を提案している。

本研究は、和歌山大学教育学研究科教職開発専攻の授業実践力向上コースのカリキュラムの一環である、授業実践実習 A（以下、実習 A と記す。）という実習において行った著者（松尾）による授業をもとにしている。実習期間では中学 2 年生は化学分野の学習を進めており、化学分野においてガスバーナーを用いて加熱する場面が多くあった。しかし生徒の様子を観察していると、ガスバーナーの点火の際に積極性を出せない生徒は互いに譲り合って、結局特定の生徒がいつも操作を担当している場面が散見された。また、積極性を出せない生徒は、このように自ら進んで実験操作を行わないので、さらに実験技能向上の機会が減少しているということが現状として著者（松尾）によって確認された。先行研究では、生徒が実験に取り組む上での効果的な指導法について様々に検討されている。しかし、実習 A での上記の状況には、積極性を出せない生徒が実験の操作に参加していないという、そこに至る前の問題が存在している。また、生徒が皆、実験操作に関わる手段としてルーブリックと動画教材を選択し、同時に 1 つの学校の生徒においてそれらの手段を比較した実践的研究は見当たらなかった。そこで、本研究は、生徒が皆、実験操作技能向上のための場面に参加するために、ルーブリックを用いる場合と、動画教材を用いる場合を想定し、その両者を比較・検討することを目的とする。具体的には以下の 2 つに焦点を当てて研究を行った。

仮説①「ルーブリックを用いる場合には、実験技能の向上において、自らの操作を振りかえり、さらに技能を向上しようという、意欲という側面に対しうまく作用する手段だろう」

仮説②「動画教材はビジュアルで実験操作を一度確認することで、自分が操作する時のイメージを持ちやすく、知識定着の面で有効な手段だろう」

仮説①について、ルーブリックとは、西岡（2019）によると「成功の度合いを示す数レベル程度の尺度と、それぞれのレベルに対応するパフォーマンスの特徴を記した記述語からなる評価基準表である」とされている。実験技能に関するルーブリックを生徒に示してから 1 人 1 回の操作を行わせることで、生徒は“何ができるとどのような評価なのか”ということを具体的に知ることができる。今までは“何ができていると、この実験器具を使うことができる”と言えるのかわからないことから積極性を出せなかった生徒も、明確な評

価基準が示されることで自らの操作を振り返ることができ、自分ができたこととできていないことを自覚することができる。ルーブリックで自身の操作を振り返った結果、満足のいく評価であった生徒は今後の積極性につながる。満足のいかない評価であった生徒は、できていないことが明確になっているので、今後の操作においてできなかった部分を意識して取り組み、次はうまくいくはずであるという態度につながるだろう。

仮説②について、文部科学省（2020）によると「観察・実験の代替」としてではなく、理科の学習の一層の充実を図るための有用な道具として ICT を位置付け、活用する場面を適切に選択し、教師の丁寧な指導の下で、効果的に活用することが重要」と述べられている。つまり実験の準備段階において一人一人が操作についての動画教材を視聴することで、教師による指導に加えて効果的に実験技能の習得につなげることができる可能性がある。実験操作に積極性を出せない生徒は今まで、協働的に学ぶ場面でなかなか実験器具の操作に参加できなかったが、一人一人が動画教材を視聴し、映像によってビジュアル的に理解することにより自分が操作するときのイメージを持った上で、1 人 1 回の操作を行うことにより、正しい実験器具の操作を習得できる可能性がある。

2. 研究方法

2. 1 検証授業実施概要

2. 1. 1 対象及び実施時期

実習 A は和歌山市の公立中学校で行った。第 2 学年は 6 クラスあり、その内の 3 クラスで検証授業を実施した。1、2 組はルーブリックを用いてガスバーナーの技能習得に関する授業を行い、3 組は動画教材を用いてガスバーナーの技能習得に関する授業を行った。

表 1 検証授業概要

クラス	人数	検証授業実施日	用いた教材
1 組	34 人	2021 年 7 月 5 日	ルーブリック
2 組	34 人	2021 年 7 月 2 日	ルーブリック
3 組	33 人	2021 年 7 月 2 日	動画教材

なお、実際に集まったデータは表 1 に示したクラスの人数より少なくなっている。これは授業当日に欠席した生徒や、振りかえりシートの無記入などによるものである。

2. 1. 2 検証授業の概要

検証授業は「ガスバーナーを正しく安全に使えるようになる」という学習目標を生徒に提示して行った。第 2 学年は同時期に化学分野の授業を行っていたこ

ともあり、再度ガスバーナーの使い方を学習するという意味も込めて授業を行った。

ループリックを用いた検証授業は以下の流れで進めた。また、生徒にはループリックを「評価シート」という名称で提示した。

- ①学習目標の提示
- ②教科書を生徒個人で確認
- ③評価シートの提示と説明
- ④1人あたり1回ガスバーナーの操作を行う
- ⑤評価シートを用いて自己評価を行う
- ⑥振りかえりシートの記入・回収

動画教材を用いた検証授業は以下の流れで進めた。また、動画教材を視聴後、動画を確認しながらガスバーナーの操作が困難なため、評価シートと条件を合わせる意味も込めて、動画の内容を文字で起こした動画補助シートを配布した。

- ①学習目標の提示
- ②教科書を生徒個人で確認
- ③動画補助シートを配布
- ④動画教材を視聴
- ⑤1人あたり1回ガスバーナーの操作を行う
- ⑥振りかえりシートの記入・回収

また、検証授業終了後、3クラスともに数日後に確認問題を実施した。

2. 1. 3 使用したループリックについて

使用したループリックは、著者（松尾）が考えたものを元に、実習の指導教員、実習校の学校長に助言いただき、改善を繰り返したものを使用した。ループリック作成の元となったのは、教科書の記述を元に、著者（松尾）がループリックの形に書き下したものであった。ガスバーナーの操作手順や注意点を各観点のパフォーマンスの特徴を表す記述語としていたが、ループリックの記述語の文章が長く、操作手順や注意すべきポイントが読み取りづらかったため、生徒にとって理解しづらいのではないかと助言をいただいた。その助言に従い、ガスバーナーの操作手順に基づき、「火のつけ方」「炎の調節のしかた」「火の消し方」の3つのポイントについてそれぞれ箇条書きで記載した。「火のつけ方」は5つの項目、「炎の調節のしかた」は3つの項目、「火の消し方」は2つの項目でそれぞれ構成されており、その項目を何個満たせたかによってA、B、Cの3段階で評価するというループリックを作成した。そして、ガスバーナーの操作終了後にループリックを用いて自己評価させた（資料1参照）。なお、評価シートの内容は、検証授業実施校で使用されている教科書、「未来へひろがるサイエンス」¹⁾に準拠したものにしている。

2. 1. 4 使用した動画教材について

動画教材は、検証授業実施校で使用されている教科書、「未来へひろがるサイエンス」の指導書に付属しているデジタルデータ²⁾を使用した。検証授業を実施したクラスでは普段からデジタル教科書を活用しながら理科の授業が行われており、必要に応じてデジタルデータに含まれている動画も活用されている。生徒が普段から見慣れている動画教材を使用することで混乱を避けつつ、ループリックと同様の内容にするためにも、本研究においてはこの動画教材を使用した。動画補助シートは、動画教材の内容を文字起こししつつ、評価シートと同様の内容になるように「火のつけ方」「炎の調節のしかた」「火の消し方」の3つのポイントで整理したものにした（資料2参照）。

2. 1. 5 確認問題について

確認問題はガスバーナーの操作手順を正しい順序に並び替える形式の問題とした。難易度を調節するため、「炎の調節のしかた」は「火のつけ方」と統合し、合計2問の出題とした（資料3参照）。

2. 2 分析方法

2. 2. 1 振りかえりシートの分析方法

振りかえりシートは以下の6つの質問と自由記述欄で構成されている（資料4、5参照）。6つの質問は、それぞれ「よく当てはまる」を1、「まあ当てはまる」を2、「あまり当てはまらない」を3、「全く当てはまらない」を4とする4件法で記入させた。振りかえりシート作成の際も、著者（松尾）が考えたものを元に、実習の指導教員、実習校の学校長に助言いただいた。特に、生徒にとって分かりづらい表現や言い回しはないか、生徒の負担にならないように質問項目を厳選できないか、という点について、一緒に検討していただいた。

表2 振りかえりシートの質問項目

	質問項目
1	意欲を持って今回の授業にのぞむことができた。
2	ガスバーナーの使い方の正しい手順がわかった。
3	1人でガスバーナーを操作したことで、操作内容をよく考えることができた。
4	「評価シート」を使うこと（動画を観ること）で正しくガスバーナーを使うことができた。
5	「評価シート」を見なくても（動画を観なくても）ガスバーナーを操作することができると感じた。
6	次回も「評価シート」を使って（動画を観て）、他の実験器具を操作したい。

また、ループリックを用いた場合と動画教材を用いた場合の、各質問の回答結果を比較するためにまずF検定を行って等分散性を確認し、対応のないt検定を行った。この検定には、Microsoft Excel for Mac を使

用した。自由記述欄は以下のようないくつかの観点を設定し、著者（松尾）が文章の中から拾い上げた。

- ①前向きな目標を記述しているか
- ②達成感を記述しているか
- ③知識の理解について述べているか
- ④操作手順を述べているか
- ⑤自分に厳しい振り返りを記述しているか

それぞれの例を以下に示す。特に注目したい箇所を枠の下にタイプ打ちし直した。

よりかえり
 「評価シート」を見ながら、ガスバーナーを操作することができた。
 次は、何もみなくて、できるようになろうと思った。
 ガスバーナーの使い方は、前よりもわかった。

(次は、何もみなくて、できるようになろうと思った。)

図1 「①前向きな目標を記述しているか」記述例

よりかえり
 今回のガスバーナーの使い方はよく理解し、しっかりと取り組むことができた。

(今回のガスバーナーの使い方は、よく理解し、しっかりと取り組むことができた。)

図2 「②達成感を記述しているか」記述例

よりかえり
 ガスバーナーの手順のしかたが、わかってきた。
 最後は空気の量が調節できて、炎が消えて、
 何回か青い炎が燃えることができた。
 炎の消し方も分かってきました。

(ガスバーナーの手順のしかたが分かった、炎の消し方も分かりました。)

図3 「③知識の理解について述べているか」記述例

よりかえり
 先に空気を調節ねじをゆるめるのを覚えていたから、
 コックをあげるのを覚えていた。
 ガスバーナーに火をつける順番は元栓→コック→ガス調節ねじ→空
 気調節ねじの順でやり、消すときは反対の順で行う。

(ガスバーナーに火をつける順番は元栓→コック→ガス調節ねじ→空気調節ねじの順でやり、消すときは反対の順で行う。)

図4 「④操作手順を述べているか」記述例

よりかえり
 ガスバーナーを扱うのがかなり時間がかかった。
 青い炎の調節には、この際、時間をかけて

(青い炎の調節に時間をかけてしまった。)

図5 「⑤自分に厳しい振り返りを記述しているか」記述例

2.2.2 評価シートによる自己評価の分析方法

評価シートを用いた検証授業では、自分のガスバーナーの操作直後に評価シートに記入する形で自己評価を行わせた。自己評価の結果と、他のデータの比較などを行い、分析した。

2.2.3 確認問題の分析方法

確認問題は合計2問である。正しい手順に並び替える問題なので、全ての手順が順番通りに並んでいる場合のみを正解とし、正答率と他のデータの比較などを行い、分析した。

3. 研究結果

3.1 振り返りシートの研究結果

3.1.1 各質問について

振り返りシートにおける各質問の回答結果は以下ようになった。

表3 質問①「意欲を持って今回の授業にのぞむことができた」回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	16(76.2%)	5(23.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)
2組 (n=27)	17(63.0%)	10(37.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
1,2組 (n=48)	33(68.8%)	15(31.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)
3組 (n=29)	18(62.1%)	9(31.0%)	1(3.4%)	1(3.4%)

質問1において、F検定を行ったところ、 $p = 0.003 < 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定しない、対応のないt検定を行ったところ、 $t(42) = -1.11, p = 0.27$ であり、ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

表4 質問② ガスバーナーの正しい使い方の手順がわかった 回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	17(81.0%)	4(19.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
2組 (n=27)	23(85.2%)	4(14.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)
1,2組 (n=48)	40(83.3%)	8(16.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)
3組 (n=29)	22(75.9%)	5(7.2%)	2(6.9%)	0(0.0%)

質問2において、F検定を行ったところ、 $p = 0.002 < 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定しない、対応のないt検定を行ったところ、 $t(41) = -1.15, p = 0.26$ であり、

ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

表5 質問③ 1人でガスバーナーを操作したことで、操作内容をよく考えることができた 回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	14(66.7%)	6(28.6%)	1(4.8%)	0(0.0%)
2組 (n=27)	22(81.5%)	4(14.8%)	1(3.7%)	0(0.0%)
1,2組 (n=48)	36(75.0%)	10(20.8%)	2(4.2%)	0(0.0%)
3組 (n=29)	20(69.0%)	5(17.2%)	4(13.8%)	0(0.0%)

質問3において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.03 < 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定しない、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(47) = -0.99$, $p = 0.33$ であり、ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。しかし、この質問に対して“全く当てはまらない”と回答した生徒はいずれのクラスも0名であった。つまり普段から実験操作に積極的でない生徒に対しても、今回の検証授業はいずれも狙い通りであったと考えられるだろう。

表6 質問④「評価シート」を使うこと(動画を観ること)で正しくガスバーナーを使うことができた 回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	12(57.1%)	7(33.3%)	1(4.8%)	1(4.8%)
2組 (n=27)	14(51.9%)	6(22.2%)	3(11.1%)	4(14.8%)
1,2組 (n=48)	26(54.2%)	13(27.1%)	4(8.3%)	5(10.4%)
3組 (n=29)	16(55.2%)	8(27.6%)	5(17.2%)	0(0.0%)

質問4において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.07 > 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定した、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(75) = -0.06$, $p = 0.55$ であり、ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

表7 質問⑤「評価シート」を見なくても(動画を観なくても)ガスバーナーを操作することができると感じた 回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	12(57.1%)	4(19.0%)	5(23.8%)	0(0.0%)
2組 (n=27)	15(55.6%)	6(22.2%)	5(18.5%)	1(3.7%)
1,2組 (n=48)	27(56.3%)	10(20.8%)	10(20.8%)	1(2.1%)
3組 (n=29)	14(48.3%)	11(37.9%)	3(10.3%)	1(3.4%)

質問5において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.32 > 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定した、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(75) = -0.01$, $p = 0.99$ であり、ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

表8 質問⑥ 次回も「評価シート」を使って(動画を観て)、他の実験器具を操作したい 回答結果

	1 よく当てはまる	2 まあ当てはまる	3 あまり当てはまらない	4 全く当てはまらない
1組 (n=21)	12(57.1%)	6(28.6%)	3(14.3%)	0(0.0%)
2組 (n=27)	14(51.9%)	10(37.0%)	3(11.1%)	0(0.0%)
1,2組 (n=48)	26(54.2%)	16(33.3%)	6(12.5%)	0(0.0%)
3組 (n=29)	18(62.1%)	8(27.6%)	3(10.3%)	0(0.0%)

質問6において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.44 > 0.05$ となったことから、ループリックを用いた1、2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定した、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(75) = -0.61$, $p = 0.54$ であり、ループリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

3. 1. 2 自由記述について

振りかえりシートにおける自由記述の結果は以下のようになった。

表 9 「①前向きな目標を記述しているか」記述結果

	記述あり	記述なし
1組 (n=21)	8(38.1%)	13(61.9%)
2組 (n=27)	10(37.0%)	17(63.0%)
1,2組 (n=48)	18(37.5%)	30(62.5%)
3組 (n=29)	7(24.1%)	22(75.9%)

表 9 より、ループリックを用いた 1 組の記述している割合は 38.1%、同じく 2 組は 37.0% であることに對し、動画教材を用いた 3 組の記述している割合は 24.1% であった。よってループリックを使用したクラスの方が、動画教材を使用したクラスよりも、前向きな目標を立てる生徒が多いという傾向が見える。

表 10 「②達成感を記述しているか」記述結果

	記述あり	記述なし
1組 (n=21)	14(66.7%)	7(33.3%)
2組 (n=27)	12(44.4%)	15(55.6%)
1,2組 (n=48)	26(54.2%)	22(45.8%)
3組 (n=29)	8(27.6%)	21(72.4%)

表 10 より、ループリックを用いた 1 組の記述している割合は 66.7%、同じく 2 組は 44.4% であることに對し、動画教材を用いた 3 組の記述している割合は 27.6% であった。よってループリックを使用したクラスの方が、動画教材を使用したクラスよりも、達成感を感じているという傾向が見える。

表 11 「③知識の理解について述べているか」記述結果

	記述あり	記述なし
1組 (n=21)	4(19.0%)	17(81.0%)
2組 (n=27)	4(14.8%)	23(85.2%)
1,2組 (n=48)	8(16.7%)	40(83.3%)
3組 (n=29)	10(34.5%)	19(65.5%)

表 11 より、ループリックを用いた 1 組の記述している割合は 19.0%、同じく 2 組は 14.8% であることに對

し、動画教材を用いた 3 組の記述している割合は 34.5% であった。よって動画教材を用いたクラスの方が、ループリックを用いたクラスよりも知識の理解について述べる割合が高く、操作手順の知識について理解を深めようとしている傾向が見える。

表 12 「④操作手順を述べているか」記述結果

	記述あり	記述なし
1組 (n=21)	0(0.0%)	21(100.0%)
2組 (n=27)	5(18.5%)	22(81.5%)
1,2組 (n=48)	5(10.4%)	43(89.6%)
3組 (n=29)	6(20.7%)	23(79.3%)

表 12 より、ループリックを用いた 1 組の記述している割合は 0.0%、同じく 2 組は 18.5% であることに對し、動画教材を用いた 3 組の記述している割合は 20.7% であった。よって、動画教材を用いたクラスの方が、ループリックを用いたクラスよりも操作手順を知識として振り返っている生徒が多いという傾向が見える。

表 13 「⑤自分に厳しい振りかえりを記述しているか」記述結果

	記述あり	記述なし
1組 (n=21)	5(23.8%)	16(76.2%)
2組 (n=27)	9(33.3%)	18(66.7%)
1,2組 (n=48)	14(29.2%)	34(70.8%)
3組 (n=29)	6(20.7%)	23(79.3%)

表 13 より、ループリックを用いた 1 組の記述している割合は 23.8%、同じく 2 組は 33.3% であることに對し、動画教材を用いた 3 組の記述している割合は 20.7% であった。よって、ループリックを用いたクラスの方が、動画教材を用いたクラスよりも、自分の操作に対して厳しい振りかえりをしているという傾向が見える。

3.2 ルーブリックによる自己評価の結果

ルーブリックを用いた1組と2組の自己評価結果は以下ようになった。

表14 1組のルーブリックによる自己評価結果(n=21)

	A	B	C
点火	16(76.2%)	3(14.3%)	2(9.5%)
調節	16(76.2%)	5(23.8%)	0(0.0%)
消火	17(81.0%)	3(14.3%)	1(4.8%)

1組では、自己評価でA評価をつけた生徒の割合は、いずれの項目においても最も多く、約8割となっている。

表15 2組のルーブリックによる自己評価結果(n=27)

	A	B	C
点火	24(88.9%)	2(7.4%)	1(3.7%)
調節	19(70.4%)	7(25.9%)	1(3.7%)
消火	23(85.2%)	3(11.1%)	1(3.7%)

2組では、自己評価でA評価をつけた生徒の割合は、いずれの項目においても最も高く、7～9割となっている。

3.3 確認問題の結果

数日後に実施した確認問題の正答率は以下ようになった。

表16 確認問題(1)の結果

	正解	不正解
1組 (n=21)	11(52.4%)	10(47.6%)
2組 (n=27)	18(66.7%)	9(33.3%)
1,2組 (n=48)	29(60.4%)	19(39.6%)
3組 (n=29)	18(62.1%)	11(37.9%)

確認問題(1)において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.51 > 0.05$ となったことから、ルーブリックを用いた1,2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定した、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(75) = -0.14$, $p = 0.89$ であり、ルーブリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

表17 確認問題(2)の結果

	正解	不正解
1組 (n=21)	11(52.4%)	10(47.6%)
2組 (n=27)	15(55.6%)	12(44.4%)
1,2組 (n=48)	26(54.2%)	22(45.8%)
3組 (n=29)	18(62.1%)	11(37.9%)

確認問題(2)において、 F 検定を行ったところ、 $p = 0.47 > 0.05$ となったことから、ルーブリックを用いた1,2組と、動画教材を用いた3組の回答結果の差が有意かを確かめるために、等分散を仮定した、対応のない t 検定を行ったところ、 $t(75) = -0.67$, $p = 0.50$ であり、ルーブリックを用いたクラスと動画教材を用いたクラスの差に有意水準5%での有意差は見られなかった。

4. 考察

4.1 振りかえりシートにおける自由記述の分析から

振りかえりシートにおける自由記述において、ルーブリックを用いた1,2組と動画教材を用いた3組の結果より

(ア) ルーブリックを用いる方が、動画教材を用いるよりも前向きな目標を立てやすく、実験操作に対する達成感を感じやすい。

(イ) 動画教材を用いる方が、ルーブリックを用いるよりも知識の理解や操作手順を意識しやすい。ということが言えるだろう。

(ア)において、ルーブリックは“何ができていると、この実験器具を使うことができる”と言えるのかということが明確になっており、生徒は自然と良い評価を獲得しようとするため、意欲の側面に対してうまく働いたと考えられる。また、ルーブリックを用いて自己評価することで自分の操作を振りかえり、“次は〇〇に気をつけて頑張ろう”という、できなかった部分に対する改善の意欲も見られた。普段は実験操作を積極的に行なってこなかった生徒も、評価基準が明確になるので、できなかったことにより積極性をなくすのではなく、次に繋げようという意欲につなげることができると考えられる。よって仮説①「ルーブリックを用いる場合には、実験技能の向上において、自らの操作を振りかえり、さらに技能を向上しようという意欲という側面に対しうまく作用する手段だろう」は、振りかえりシートの自由記述の分析において支持される方向にあると言える。

平賀(2004)はパフォーマンステストを利用した指導法を提案していた。本研究と単純に比較することは

できないが、生徒にとって意欲の側面に対して有効であるという点から、平賀（2004）の提案の有用性を本研究が示したと言えるだろう。田代ほか（2015）で有効性が示されている技能評価表は、本研究で用いた評価シートと類似している。田代ほか（2015）では生徒の技能習得率が高まることが示されており、本研究においてはさらに、生徒の意欲に対する有効性も考えられることが示されたと言えるだろう。

（イ）において、動画教材を生徒が視聴することで、正しい手順を映像で再確認することができ、自分で再現する際にイメージしやすいため、正しい知識や手順を自分のものにしようとする意識が高まったと考えられる。また、普段は実験操作を積極的に行わない生徒に対しても、動画教材は自分が不安だった部分を1人で確認することができるので、わからなかった部分を解消し、以前よりも積極性を持って操作することができるだろう。よって仮説②「動画教材はビジュアルで実験操作を一度確認することで、自分が操作する時のイメージを持ちやすく、知識定着の面で有効な手段だろう」は、振りかえりシートの自由記述の分析において支持される方向にあると言える。ただし、動画教材をガスバーナーの操作途中で確認することが難しく、代わりに動画補助シートを配布しているため、この結果は動画教材だけではなく動画補助シートの影響も受けていることを考慮するべきであろう。

石井ほか（2021）では、生徒同士によるタブレットでの撮影を自己評価した結果、ガスや空気の調節など操作中盤での複雑な操作に課題を感じていることを明らかにしていた。本研究におけるループリックを用いた自己評価でも「炎の調節のしかた」の項目において、他の項目よりも自己評価が低いという傾向があった。動画教材は見ても分かりやすいが、それだけでは生徒にとってガスバーナーの空気やガスの量を調節する操作は難しいということが再び明らかになったので、他の方略を組み合わせる必要があるだろう。

4. 2 確認問題の結果から

確認問題は（1）（2）ともにループリックを用いた1、2組と動画教材を用いた3組の結果に有意差はなかった。よって、ループリックを用いた授業と動画教材を用いた授業の、数日後の知識の定着度における差は無いと言える。また、仮説②「動画教材はビジュアルで実験操作を一度確認することで、自分が操作する時のイメージを持ちやすく、知識定着の面で有効な手段だろう」は、確認問題における生徒の知識の定着度を調べる方法において、実証されなかった。

5. まとめ

普段から実験操作に対して積極的ではない生徒も含めて実験操作技能を向上する手段として、ループリックと動画教材を用いることが考えられる。本研究で検証授業を分析したところ、ループリックは動画教材よりも生徒が前向きな目標を立てやすく、実験操作に対する達成感を感じやすい傾向が見られた。また、動画教材はループリックよりも知識の理解や操作手順を意識しやすいという傾向が見られた。つまり、ループリックは意欲の側面に、動画教材は知識理解の側面にうまく作用すると考えられる。

今後の課題としては、実験技能向上のための他の手段を比較・検討することが挙げられる。生徒の実態に応じて、ループリックや動画教材以外の手段を有効的に用いることができるからである。また、本研究はガスバーナーの実験技能向上の場面において検証授業を実施したが、他にも顕微鏡など使用頻度が高い実験器具がある。他の実験器具においても同様の結果がえられるのか、今後検証していく必要があると言えるだろう。

本原稿は、和歌山大学教職大学院の修了研究報告書（松尾佑樹、2021年度）の内容を再編したものである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方にご指導を賜りました。検証授業の実施にあたり、実習校の中山眞弘校長や実習指導教員の奥村彩人教諭には多大なご指導を賜りました。そして検証授業を行うことができたのは、実習校の子どもたちのおかげです。また、和歌山大学大学院教育学研究科の宮橋小百合准教授からは懇切丁寧なご指導をいただいたことに深謝いたします。協力していただいた皆様へ、心からの感謝の気持ちと謝礼を申し上げます。

参考資料・引用資料

- 石井巧・秋吉博之・岡博昭（2021）、タブレットによる動画撮影・省察を利用したガスバーナー操作技術向上のための授業実践とその評価、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.10、p.47-48
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2013）、理科の学習指導の改善に向けた調査分析について【中学校】（2013年11月）
- 鈴木智恵子（1983）、ガスバーナーについての指導、科学教育研究、Vol.7、p.36-37
- 鈴木智恵子（1985）、ガスバーナーについての指導（続）、科学教育研究、Vol.9、p.35-37
- 田代見二・金丸靖臣・徳永悟・中嶋康尋・矢野義人・山本智一・野添生・中山迅（2015）、児童・生徒の観察・実験技能を高める理科の学習指導に関する実践的研究（3）、宮崎大学教育文化

学部附属教育協働開発センター研究紀要、第23号、p.57-65
 西岡加名恵・石井英真 (2019)、教科の「深い学び」を実現するパフォーマンス評価、日本標準、p.19
 平賀伸夫 (2004)、ガスバーナーの安全な操作、化学と教育、Vol.52、p.530-531
 宮田斉 (2005)、ガスバーナーの操作技能指導における“循環型の間答-批判学習”利用の事例的研究、理科教育学研究、Vol.45、p.61-72
 文部科学省 (2020)、理科の指導におけるICTの活用について (2020年9月)

注

- 1) 令和2年3月検定済、令和3年度用中学校理科教科書「未来へひろがるサイエンス2」、株式会社新興出版社啓林館、大矢禎一ほか著
- 2) 未来へひろがるサイエンス2、指導書第2部、付録DVD「指導に役立つデジタルデータ集」収録の「ガスバーナーの使い方」

資料1

実施日 ()年()月()日
 評価シート (ガスバーナー)
 ()年()組()番 氏名()

火のつけ方のポイント

- 机の上を片付け、ガスバーナーを机の真ん中に置いている。
- 点火前に、ガス調節ねじと空気調節ねじが軽くしまっていることを確認している。
- 「元栓-コック」の順に開けている。
- ガスバーナーをのぞきこむようにして火をつけていない。
- ガスライターをななめ下から近づけ、ガス調節ねじをゆるめて火をつけている。

炎の調節のしかたのポイント

- ガス調節ねじを回してガスの量を調節し、炎の大きさが約10cmにできている。
- ガス調節ねじを動かないように抑えて、空気調節ねじをゆるめることができる。
- 空気調節ねじを回して空気の量を調節し、青い炎にできている。

火の消し方のポイント

- 「空気調節ねじ-コック-元栓」の順に閉めることができる。
- 次に使うことを考えて、使用後にねじを少しゆるめることができる。

評価	火のつけ方	炎の調節のしかた	火の消し方
A	「火の付け方のポイント」 5つ全てをクリアしている。	「炎の調節のしかたのポイント」 3つ全てをクリアしている。	「火の消し方のポイント」 2つ全てをクリアしている。
B	「火の付け方のポイント」 5つ中、4つをクリアしている。	「炎の調節のしかたのポイント」 3つ中2つをクリアしている。	「火の消し方のポイント」 2つ中1つをクリアしている。
C	「火の付け方のポイント」 5つ中、1-3つをクリアしている。 または火をつけることができている。 または火をつけることができていない。	「炎の調節のしかたのポイント」 3つ中1つをクリアしている。 もしくは1つもクリアできていない。	「火の消し方のポイント」 1つもクリアできていない。

資料 2

実施日：()年()月()日

動画補助シート (ガスバーナー)

()年()組()番 氏名()

火のつけ方

- ① 机の上を片付け、ガスバーナーを机の真ん中に置く。
- ② 点火前に、ガス調節ねじと空気調節ねじが軽くしまっていることを確認する。
- ③ 「元栓→コック」の順に開ける。
- ④ ガスライターをななめ下から近づけ、ガス調節ねじをゆるめて火をつける。

※ガスバーナーを覗きこむようにして火をつけない。

炎の調節のしかた

- ① ガス調節ねじを回してガスの量を調節し、炎の大きさを約 10 cm にする。
- ② ガス調節ねじを動かさないように抑えて、空気調節ねじをゆるめる。
- ③ 空気調節ねじを回して空気の量を調節し、青い炎にする。

火の消し方

- ① 「空気調節ねじ→ガス調節ねじ→コック→元栓」の順に閉める。
- ② 次使うことを考えて、使用後にねじを少しゆるめておく。

資料 3

実施日 ()年()月()日

ガスバーナー 確認問題

()年()組()番 氏名()

- (1) 火のつけ方の手順を正しく並び替え、記号で答えなさい。
ただし、一番初めの手順である (ア) はすでに回答欄に記入しています。

- (ア) 机の上を片付け、ガスバーナーを机の真ん中に置く。
 (イ) コックを開ける。
 (ウ) 空気調節ねじを回して空気の量を調節し、青色の炎にする。
 (エ) ガス調節ねじと空気調節ねじが軽くしまっていることを確認する。
 (オ) ガスライターをななめ下から近づけ、ガス調節ねじをゆるめて火をつける。
 (カ) ガス調節ねじを回してガスの量を調節し、炎の大きさを約 10 cm にする。
 (キ) 元栓を開ける。
 (ク) ガス調節ねじを動かさないように抑えて、空気調節ねじをゆるめる。

回答欄 (イ～クを書き入れる)

(ア) → () → () → () → () → () → () → () → ()

- (2) 火の消し方の手順を正しく並び替え、記号で答えなさい。

- (ア) ガス調節ねじを閉める。
 (イ) コックを閉める。
 (ウ) 空気調節ねじを閉める。
 (エ) 次に使うことを考えて、ねじを少しゆるめている。
 (オ) 元栓を閉める。

回答欄 (ア～オを書き入れる)

() → () → () → () → () → ()

資料4

()年()月()日 実施
 ガスバーナー 振りかえりシート (評価シート)

()年()組()番 氏名()

	よく 当てはまる	まあ 当てはまる	あまり当て はまらない	全く当て はまらない
意欲を持って今回の授業にのぞむことができた。	1	2	3	4
ガスバーナーの使い方の正しい手順がわかった。	1	2	3	4
1人でガスバーナーを操作したことで、操作内容をよく考えることができた。	1	2	3	4
「評価シート」を使うことで正しくガスバーナーを使うことができた。	1	2	3	4
「評価シート」を見なくてもガスバーナーを操作することができると感じた。	1	2	3	4
次回も「評価シート」を使って、他の実験器具を操作したい。	1	2	3	4

ふりかえり

資料5

()年()月()日 実施
 ガスバーナー 振りかえりシート (動画)

()年()組()番 氏名()

	よく 当てはまる	まあ 当てはまる	あまり当て はまらない	全く当て はまらない
意欲を持って今回の授業にのぞむことができた。	1	2	3	4
ガスバーナーの使い方の正しい手順がわかった。	1	2	3	4
1人でガスバーナーを操作したことで、操作内容をよく考えることができた。	1	2	3	4
「動画」を観ることで正しくガスバーナーを使うことができた。	1	2	3	4
「動画」を見なくてもガスバーナーを操作することができると感じた。	1	2	3	4
次回も「動画」を見て、他の実験器具を操作したい。	1	2	3	4

ふりかえり

