

## 遠隔授業における理科の授業設計及び評価方法

### — 送信側教師による総括的評価の実践と検証 —

総合支援部高等学校支援課 長期研修員 稲垣 祐治

#### 1 主題設定の理由

近年、少子化の加速に伴い、高等学校に通う生徒数や一校当たりの生徒数が減少しており、今後も更なる減少が見込まれる。特に、離島や過疎地域では各教科・科目等の専門知識を有する教師を十分に確保できない事例も生じており、教育機会の維持を図ることは喫緊の課題となっている<sup>[1]</sup>。そのような中、学校教育において、児童生徒が集団内で、多様な考えに触れ、認め合い、協力し合い、切磋琢磨することを通じて、思考力・判断力・表現力等を育み、学びに向かう力・人間性等を涵養するなど、一人一人の資質・能力をバランスよく伸ばしていくことが重要である。そこで、距離に関わりなく相互に情報の発信・受信のやりとりができる遠隔通信システムを活用した授業（以下「遠隔授業」という。）を取り入れることにより、生徒が多様な意見に触れ、様々な体験を積む機会を増やすなど、教育の質の更なる向上につなげることが可能となる<sup>[2]</sup>。

地理的要因等にとらわれない多様な教育を実現するために、離島や過疎地域の多い都道府県では遠隔授業の研究が盛んに行われている。北海道では、平成20年度から遠隔授業を実施しており、遠隔授業で使用する通信機器の操作方法や年間を通しての主な流れについて、一定の成果を挙げている。しかし、学習評価の手法や配信側の教師（以下「T1」という。）と受信側の教師（以下「T2」という。）の業務量を考慮した授業設計が課題として挙げられている<sup>[3]</sup>。静岡県でも研究の過程において、同様の課題を抱えており、これらを検証することは、遠隔授業の本格実施に向けて重要である<sup>[4]</sup>。

総合教育センターでは、平成29年度から遠隔授業の研究を開始し、昨年度の長期研修員の研究では、通信機器の効果的な使用方法や遠隔授業において「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業設計について研究を行った。一方で、T1の授業設計に対するT2の意識向上とT1とT2の連携の深め方に課題を残している<sup>[5][6]</sup>。なお、T2に関しては、「原則として、受信側の教室に当該高等学校等の教員を配置するべきであること」や「受信側の教室に配置すべき教員は、当該教科の免許保有者であるか否かは問わないこと」に留意して授業設計をする必要がある<sup>[7]</sup>。特に、理科においては、専門教科外のT2との安全で円滑な実験の関わり方について検証し、課題の明確化や改善策の提示をすることが重要である。

本研究では、これまでの研究で得られた知見を踏まえて、遠隔授業における「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指すとともに、専門教科外のT2との授業設計の共有方法について検討し、理科の遠隔授業における総括的評価の方法について検証する。なお、本研究では、「遠隔教育の推進に向けた施策方針」（平成30年遠隔教育推進に向けたタスクフォース）の中で示された遠隔授業の3類型のうち、昨年度の研究に引き続き「教科・科目充実型」について検証を行う。

## 2 研究の目的

「主体的・対話的で深い学び」の視点を取り入れた「教科・科目充実型」の遠隔授業の更なる発展と普及を目指して、以下の2点を本研究の主な目的とする。

### (1) 専門教科外のT2と授業設計や実験への関わり方を共有する方法の研究

T1とT2間での実験計画を含めた授業設計の共有方法として、「授業設計共有シート」や「実験依頼書」を活用し、その効果を検討する。

### (2) 記述資料に基づく総括的評価の研究

1枚ポートフォリオ<sup>1</sup>やワークシートなどの記述内容を基に観点別評価を行い、そこへ定期テストの結果を反映させた総括的評価の方法を検証する。

## 3 研究の方法

### (1) 専門教科外のT2と授業設計や実験への関わり方を共有する方法の研究

#### ア 授業設計共有シートによる授業設計の共有

T2がファシリテーターとしてT1と生徒のつなぎ役になることを目指して、単元全体で育成を目指す資質・能力をT1とT2間で共有することが重要である。そこで、T1の計画する授業設計を可視化するために、単元ごとに授業設計共有シートを作成し、T2との授業設計の共有を図る。

#### イ 実験依頼書による実験計画の共有

実験前の準備から終了後の片付けまでを一連の流れとして、遠隔授業においても安全で円滑に実験を実施できるよう、実験依頼書によりT1とT2間で実験計画を共有する。更に、実験の失敗例や対応策、実験器具の説明を載せることにより、専門知識の有無を問わず、多くの教師がT2として実験支援できるように計画する。

### (2) 記述資料に基づく総括的評価の研究

#### ア 記述資料による観点別評価

ワークシートや1枚ポートフォリオなどの記述資料を4観点<sup>2</sup>で評価し、総括的評価の材料とする。その際、育成を目指す資質・能力を考慮した評価規準を設定し、それに基づきルーブリック評価<sup>3</sup>を行う。

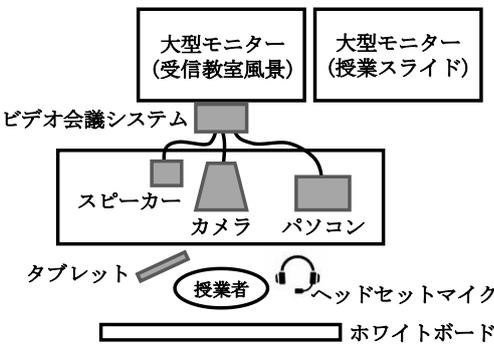
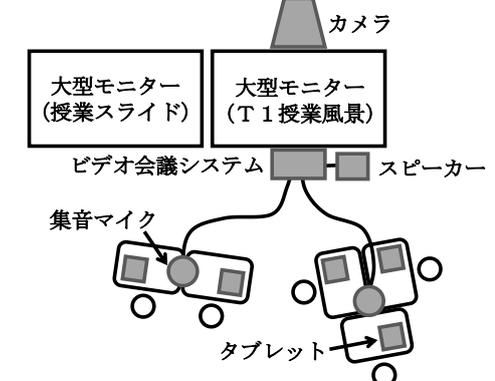
#### イ 定期テストによる観点別評価

育成を目指す資質・能力の定着度を評価する手法の一つとして、定期テストは多くの学校で実施されているが、評価する観点においては、「知識・理解」に偏りのある場合が多い。そこで、「知識・理解」に偏りすぎないように各観点のバランスに注意して作問し、総括的評価の材料とする。

#### ウ 総括的評価

記述資料による観点別の評価を点数化し、定期テストの結果を踏まえて、観点ごとに点数を合計する。その後、偏りのない総括的評価を行うために、評価の4観点それぞれのバランスや重要度を考慮して重み付けを行う。

表 1 遠隔授業の実施状況

配信側	総合教育センター 教師 1 人（専門：化学）	
受信側	静岡県立川根高等学校 <sup>4</sup>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5月下旬から9月中旬まで 教師 2 人（専門：生物、物理各 1 人） 理科実習助手 1 人（実験時のみ）</li> <li>・ 9月中旬から10月中旬まで 専門教科外教師 1 人（担当者 5 人、専門：国語、 外国語、数学、地歴・公民） 理科実習助手 1 人（実験時のみ）</li> </ul>	
科目名	化学基礎演習（選択授業）	
生徒数	33HR 5 人	
実施回数	5月下旬から10月中旬にかけて遠隔授業 18 回、対面授業 6 回（計 24 回）	
授業環境	<p>配信側配置</p> 	<p>受信側配置</p> 
使用機器	<p>配信側機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビデオ会議システム及びカメラ</li> <li>・ 大型モニター 2 台</li> <li>・ スピーカー 1 台</li> <li>・ ヘッドセットマイク 1 台</li> <li>・ ホワイトボード 1 台</li> <li>・ タブレット（MetaMoJi 用）</li> <li>・ 授業スライド配信用のパソコン</li> </ul>	<p>受信側機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビデオ会議システム及びカメラ</li> <li>・ 大型モニター 2 台</li> <li>・ スピーカー 1 台</li> <li>・ 集音マイク 2 台</li> <li>・ タブレット 5 台（MetaMoJi 用）</li> <li>・ タッチペン 5 本</li> </ul>

#### 4 研究の内容

##### (1) 専門教科外の T 2 と授業設計や実験への関わり方を共有する方法の研究

###### ア 授業設計共有シートによる授業設計の共有

遠隔授業は、T 1 と T 2 間で分担して生徒の学習を支援し、双方で情報を共有しながら授業を実施していく。共有すべき情報は多々あるが、授業中の生徒の学習状況を把握することに関しては、MetaMoJi<sup>5</sup>を使用することで、リアルタイムに確認することができ、昨年度と比較して改善された。一方で、「深い学び」により資質・能力を育成するためには、T 2 が T 1 の考える授業設計を共有し、それを踏まえた学

習支援を行うことが必要不可欠である。そこで本研究では、授業設計の共有方法として、各授業では学習指導案<sup>6</sup>、単元全体では授業設計共有シートを使用した。授業設計共有シートは単元全体の計画をA4用紙1枚に収め、一目で授業設計を見通せるようにした。授業設計共有シートの左側には、単元名や単元の評価規準、各授業の詳細な計画を、右側には実験計画を載せることができる。詳細な内容は、①単元名と使用する教科書名、②単元における評価の4観点別の評価規準、③授業計画（日、担当T2、解決したい課題や問い、学習の成果（想定する表れ）<sup>7</sup>、実験の有無、評価の観点と方法）、④実験計画（日、実験内容、手法、必要な薬品や器具、実験手順、実験結果）を記入することができる（図1）。

① 全体計画		④ 実験計画																																																											
単元名	酸化と還元 (全6時間)	日	実験内容	手法 <sup>※2</sup> 演 示 生 徒	必要な薬品や器具など	実験手順	実験結果 (値の目安)																																																						
教科書	P.154~171 (第一学習社)	6/21 (金)	マグネシウムリボンの燃焼	●	・Mg リボン・H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 水 ・MnO <sub>2</sub> ・ピンセット ・集気瓶・時計皿 ・チャックカン	①集気瓶にH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> を入れる。 ②①にMnO <sub>2</sub> を加える。 ③Mgリボンに点火。 ④③を集気瓶に入れる。	空気中でも燃焼するが、酸素中ではより激しく反応する。																																																						
② 評価規準	関心・意欲・態度 日常生活や社会との関連を図りながら酸化還元反応について関心をもち、意欲的に探究しようとするとともに、科学的な見方や考え方を身に付ける。 思考・判断・表現 酸化や還元を伴う変化の中に問題を思いだし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現する。 鑑賞・実験の技能 酸化還元反応に関する観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事象・現象を科学的に探究する技能を身に付ける。 知識・理解 酸化還元反応について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付ける。	6/28 (金)	イソジンがいの薬にビタミンCを加える実験	●	・イソジンがいの薬 ・ビタミンC ・ガラス棒	①薄めたイソジンがいの薬を用意する。 ②①にビタミンCを加える。	イソジンの色がビタミンCを加えると消える。																																																						
③ 授業計画	<table border="1"> <thead> <tr> <th>日(T2)</th> <th>解決したい課題や問い<sup>※1</sup></th> <th>学習の成果<sup>※1</sup> (想定する表れ)</th> <th>実験</th> <th>関</th> <th>思</th> <th>投</th> <th>知</th> <th>評価の観点と方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6/21 (金) (教 諭 A) [154~159]</td> <td>酸化反応とはどのような反応だろうか。</td> <td>酸化は電子を失い、還元は電子を受け取る。</td> <td>●</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート</td> </tr> <tr> <td>6/26 (水) (教 諭 B) [157~159]</td> <td>MgとHClの反応が酸化還元反応ということを説明してみよう。</td> <td>各原子の酸化数の増減より、Mgが酸化され、HClが還元された。</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td>(問): 1枚ポトフオリオ (知): ワークシート</td> </tr> <tr> <td>6/28 (金) (教 諭 C) [150~154]</td> <td>酸化防止剤はどのように働いて酸化を防ぐのだろうか。</td> <td>還元剤として働き、自身が酸化することで対象物の酸化を防ぐ。</td> <td>●</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート</td> </tr> <tr> <td>7/10 (水) (教 諭 D) [153~159]</td> <td>噴火口の噴炎はSO<sub>2</sub>と互ちからどのようにして生成するのだろうか。</td> <td>SO<sub>2</sub>が酸化剤、H<sub>2</sub>Sが還元剤として働き硫黄が生成する。</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td>(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート</td> </tr> <tr> <td>7/12 (金) (教 諭 E) [153~159]</td> <td>KMnO<sub>4</sub>水溶液に過酸化水素水を加えた時の変化を説明できる。</td> <td>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>が還元剤として働き、茶褐色のMn<sup>2+</sup>を生成した。</td> <td>●</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td>(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート</td> </tr> </tbody> </table>	日(T2)	解決したい課題や問い <sup>※1</sup>	学習の成果 <sup>※1</sup> (想定する表れ)	実験	関	思	投	知	評価の観点と方法	6/21 (金) (教 諭 A) [154~159]	酸化反応とはどのような反応だろうか。	酸化は電子を失い、還元は電子を受け取る。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート	6/26 (水) (教 諭 B) [157~159]	MgとHClの反応が酸化還元反応ということを説明してみよう。	各原子の酸化数の増減より、Mgが酸化され、HClが還元された。	○			○		(問): 1枚ポトフオリオ (知): ワークシート	6/28 (金) (教 諭 C) [150~154]	酸化防止剤はどのように働いて酸化を防ぐのだろうか。	還元剤として働き、自身が酸化することで対象物の酸化を防ぐ。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート	7/10 (水) (教 諭 D) [153~159]	噴火口の噴炎はSO <sub>2</sub> と互ちからどのようにして生成するのだろうか。	SO <sub>2</sub> が酸化剤、H <sub>2</sub> Sが還元剤として働き硫黄が生成する。	○			○		(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート	7/12 (金) (教 諭 E) [153~159]	KMnO <sub>4</sub> 水溶液に過酸化水素水を加えた時の変化を説明できる。	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> が還元剤として働き、茶褐色のMn <sup>2+</sup> を生成した。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート	7/12 (金)	硫酸酸性のKMnO <sub>4</sub> 水溶液にH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 水を加える実験	●	・KMnO <sub>4</sub> 水溶液 ・濃H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ・H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 水 ・ガラス棒	①KMnO <sub>4</sub> 水溶液に濃硫酸を加える。 ②①にH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> を加える。	KMnO <sub>4</sub> の赤色がH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 水を加えると淡褐色になる。
日(T2)	解決したい課題や問い <sup>※1</sup>	学習の成果 <sup>※1</sup> (想定する表れ)	実験	関	思	投	知	評価の観点と方法																																																					
6/21 (金) (教 諭 A) [154~159]	酸化反応とはどのような反応だろうか。	酸化は電子を失い、還元は電子を受け取る。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート																																																					
6/26 (水) (教 諭 B) [157~159]	MgとHClの反応が酸化還元反応ということを説明してみよう。	各原子の酸化数の増減より、Mgが酸化され、HClが還元された。	○			○		(問): 1枚ポトフオリオ (知): ワークシート																																																					
6/28 (金) (教 諭 C) [150~154]	酸化防止剤はどのように働いて酸化を防ぐのだろうか。	還元剤として働き、自身が酸化することで対象物の酸化を防ぐ。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート																																																					
7/10 (水) (教 諭 D) [153~159]	噴火口の噴炎はSO <sub>2</sub> と互ちからどのようにして生成するのだろうか。	SO <sub>2</sub> が酸化剤、H <sub>2</sub> Sが還元剤として働き硫黄が生成する。	○			○		(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート																																																					
7/12 (金) (教 諭 E) [153~159]	KMnO <sub>4</sub> 水溶液に過酸化水素水を加えた時の変化を説明できる。	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> が還元剤として働き、茶褐色のMn <sup>2+</sup> を生成した。	●	○	○			(問): 1枚ポトフオリオ (思): ワークシート																																																					

図1 授業設計共有シート

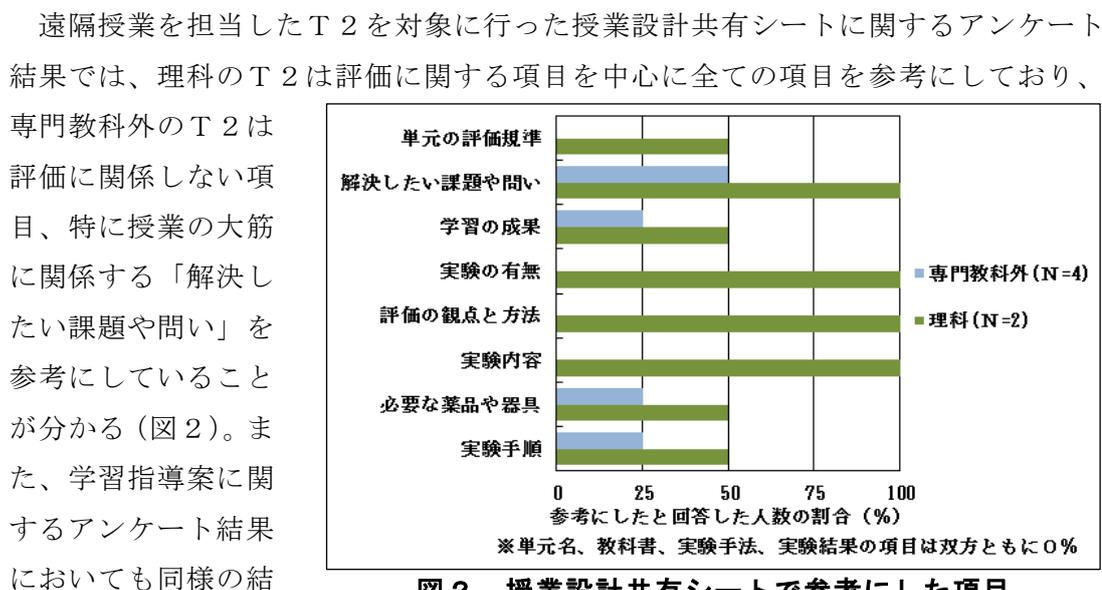


図2 授業設計共有シートで参考にした項目

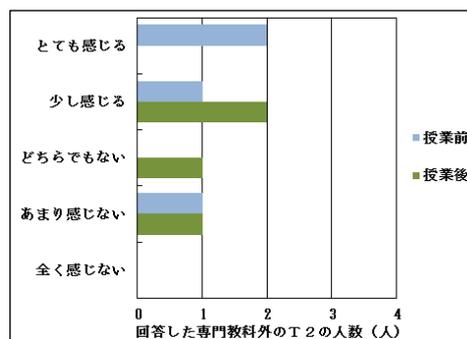
果が得られており、理科のT2は全ての項目を参考にしていました。それに対し、専門教科外のT2は、授業の流れに関係する「使用する機器」及び「本時で使用する教材」を参考にしたと回答した人数の割合が50%以上を示し、授業設計共有シートから把握している情報と類似していることが分かった。本研究では、授業設計を確実に共有し、円滑に授業を進めるために、詳細な学習指導案を授業ごとに作成した。しかし、授業準備や部活動、分掌業務等で多忙を極める中、授業ごとに学習指導案を作成することは困難である。アンケート結果より、授業設計共有シートと学習指導案から把握する授業設計に関する情報は類似していることから、授業設計共有シートのみを使用することでも授業設計を共有できると示唆される。以上の結果から、授業設計共有シートを活用することで、専門教科に関わらず全てのT2がT1の考える授業設計を共有できることが検証された。

川根高校では、今年度初めて専門教科外の教師が遠隔授業のT2を担当した。ここで、本研究におけるT2による学習支援は、教科内容の指導を含めず、学習環境の整備及びファシリテーターとしての生徒とT1のつなぎ役に限定することで、専門教科に関わらず全ての教師が遠隔授業に携われるようにした（表2）。

**表2 T2による学習支援内容**

①遠隔授業実施前
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔通信システムの準備</li> <li>・ タブレット・タッチペン・1枚ポートフォリオの配布</li> <li>・ (タブレット不使用時) ワークシートの印刷及び配布 (生徒実験の際は、タブレット故障回避のためタブレット不使用とした。)</li> </ul>
②遠隔授業実施中
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ T1が設計した授業設計に対するファシリテーターとしての声掛け (T1への質問の促しやT1が気付いていない質問の伝達など)</li> </ul>
③遠隔授業終了後
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔通信システムの片付け</li> <li>・ タブレット・タッチペンの回収</li> <li>・ 1枚ポートフォリオの回収及びT1へのメール送信</li> <li>・ (タブレット不使用時) ワークシートの回収及びT1へのメール送信</li> </ul>

専門教科外のT2を対象に行った遠隔授業のT2を担当する不安感に関するアンケート結果では、学習支援に教科内容の指導を含めないことで、遠隔授業に対する不安感は軽減されたことが分かる（図3）。また、専門教科外のT2による学習支援に



**図3 遠隔授業のT2を担当する不安感**

関するアンケート結果では、全てのT2が、専門教科外の教師がT2を担当することは可能であると回答している（図4）。更に、遠隔授業を受けた生徒を対象にした同様のアンケート結果では、専門教科外の教師がT2として遠隔授業を担当しても、60%の生徒が普段通り授業に臨めたと回答している。以上より、T1とT2間での役割分担を明確にし、T2はT1の授業設計に対するファシリテーターとして生徒とのT1のつなぎ役になることで、専門教科外の教師でも十分に遠隔授業のT2を担当できることが示唆された。

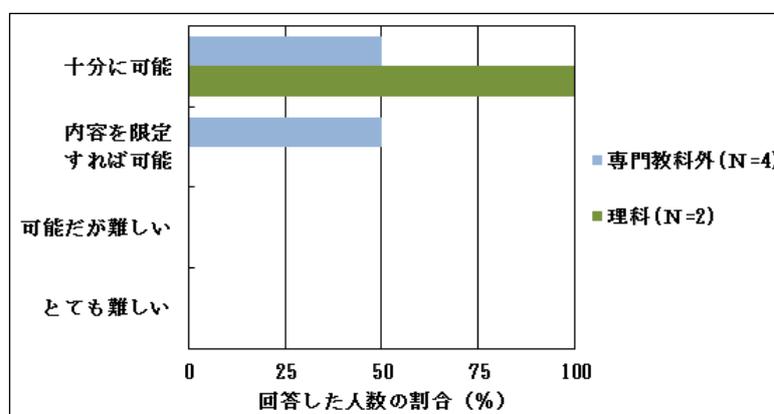


図4 専門教科外のT2による学習支援

### イ 実験依頼書による実験計画の共有

「学校教育法施行規則の一部を改正する省令の施行等について（通知）」（平成27年文部科学省）において、教科理科では1単位につき4単位時間以上の対面授業を実施することが示されており、国語や数学よりも多い。これは、「観察・実験の技能」を育成するために、対面授業による実験の機会を確保する必要があるためと考えられる。一方で、新学習指導要領における理科は「観察・実験等を重視して学習を行う教科」や「観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決する」と示されている。この目標を達成するためにはT1による対面授業での実験だけでなく、T2による演示実験を行うことが不可欠である。そこで本研究では、実験を10回行い、そのうち7回は遠隔授業でT2の学習支援により行った（表3）。

表3 遠隔授業で実施した実験内容

日	形式	T2の教科	実験内容
6月12日	演示	理科	塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の混合実験
6月21日	演示	理科	酸素雰囲気下でのスチールウールの酸化実験
6月28日	演示	理科	ビタミンC飲料とイソジンうがい薬の混合実験
7月12日	演示	理科	過マンガン酸カリウム水溶液とオキシドールの混合実験
9月6日	生徒	理科	カルシウム・マグネシウム・亜鉛・銅それぞれと冷水・熱水・塩酸の混合実験
9月18日	生徒	数学	消毒用エタノールを利用した蒸発熱の測定実験
10月4日	生徒	国語	ビタミンC飲料とイソジンうがい薬を使用した酸化還元滴定実験

T2が理科教師の場合には、T1とT2双方から安全性に注意を払い、T1による指示の元、T2が火気や薬品を使用する実験を行った。しかし、専門教科外のT2が実験を担当する場合は、安全性を考慮し、次に示す①から③の条件の元でT2が実験支援を行った。

- ①火気及び化学薬品を使用しない。
- ②使用する試薬は安全性を十分に保障でき、市販されているものに限る。
- ③理科教師又は実習助手が必ず立ち会う。

なお、専門教科外のT2の実験に関する知識や技能の希薄さから、実験の準備及び片づけは理科教師又は実習助手が担当するものとした。遠隔授業において実験を行う場合、実験中の変化の観察や失敗時の対処等をT1が対応することには限界があり、T2中心に行わざるを得ない。そこで本研究では、実験ごとに実験依頼書を作成し、実験前の準備から片付けまでの一連の流れだけではなく、失敗時の対応策等を含めた実験計画をT1とT2及び実習助手間で共有した(図5)。

実験依頼書	
実験名	蒸発熱を体感し、測定しよう
単元	第1節 物質の成分と構成元素 3 状態変化と熱運動
ねらい	状態変化が起きる際に、熱の出入りが起きることを理解する。
薬品・器具等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 温度計</li> <li>・ ガーゼ</li> <li>・ 50 mL ビーカー</li> <li>・ 輪ゴム</li> <li>・ 消毒用エタノール</li> <li>・ ウェットティッシュ</li> </ul>
事前準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>①温度計を2本用意する。</li> <li>②5 cm×5 cmのガーゼを5枚用意する。(予備1枚を含めています。)</li> <li>③50 mL ビーカーに消毒用エタノールを10 mL入れる。</li> <li>④輪ゴムを1個用意する。</li> </ul>
実験方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ガーゼ1枚を半分折り、1本の温度計に巻き付ける。</li> <li>②ガーゼあり、ガーゼなしの温度計の温度を測定し、記録する。</li> <li>③ガーゼを巻きつけた温度計の先端を消毒用エタノールにつけ、ガーゼを濡らせる。</li> <li>④③を2分ほど放置し、2本の温度計の温度を測定する。</li> <li>⑤消毒用エタノールで濡らせたガーゼを肌当てて、体温の変化を体感する。</li> </ul> <p style="font-size: small;">※別紙にて、図を用いて実験方法の説明をしています。(①への番号と対応しています。)</p>
片づけ方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガーゼ、輪ゴムはゴミ箱へ捨てる。</li> <li>・ 温度計をウェットティッシュで拭き、ケースに入れる。</li> <li>・ 消毒用エタノールを片付け用の共用ビーカーへ移す。</li> </ul>
実験上の注意	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度計の取り扱いには、十分に注意してください。割れた場合は、生後に触らせずに、教員により片づけてください。</li> </ul>
よくある失敗とその対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ガーゼありの温度計の温度が下がらない。</li> <li>⇒消毒用エタノールが古い可能性があります。新しいものと交換してください。</li> <li>○消毒用エタノールを肌につけても、何も感じない。</li> <li>⇒消毒用エタノールが古い可能性があります。新しいものと交換してください。</li> </ul>

**薬品について**

○消毒用エタノール

- ・ 目に入らないように注意する。
- ・ 目に入った場合は、速히によく水洗いする。
- ・ 長時間使用する場合は、風通しの良い場所で行う。
- ・ 金属製品に長時間付着すると、腐食する可能性があるため、金属製品を身につけないようにする。
- ・ 引火性があるため、火気に注意する。



**実験器具について**

①温度計



②ガーゼ



③50 mL ビーカー

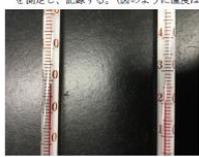


**画像付き実験手順**

①ガーゼ1枚を半分折り、1本の温度計に巻き付ける。



②ガーゼあり、ガーゼなしの温度計の温度を測定し、記録する。(図のように温度は異なる。)



③ガーゼを巻きつけた温度計の先端を消毒用エタノールにつけ、ガーゼを濡らせる。



④③を2分ほど放置し、2本の温度計の温度を測定する。



図5 実験依頼書(9月18日実施の実験用)

実験を担当したT2及び実習助手を対象に行った実験依頼書に関するアンケート結果では、「画像付き実験手順」の項目を参考にしていない割合が100%を示した(図6)。しかし、「画像付き実験手順」の作成には、予備実験を行

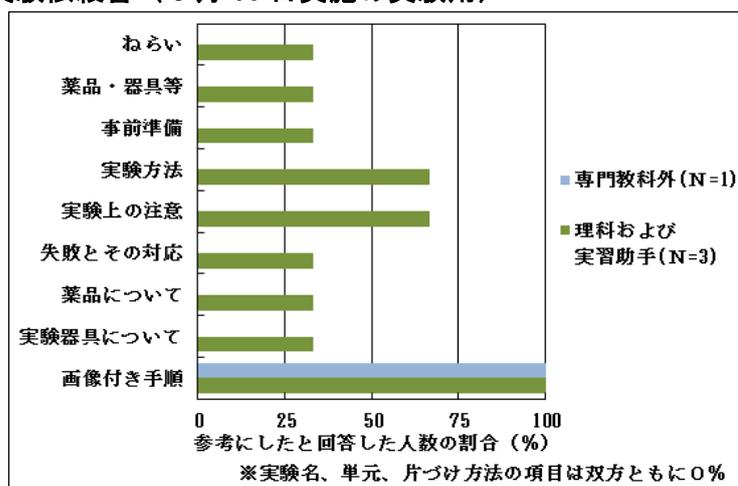


図6 実験依頼書で参考にした項目

い、工程ごとに写真を撮る必要があるため、T1の負担を考慮すると実験ごとに「画像付き実験手順」を作成するのは困難である。そこで、便覧や図説等の実験写真を利用することでも同様の結果が得られるのかどうか、今後検討する必要がある。

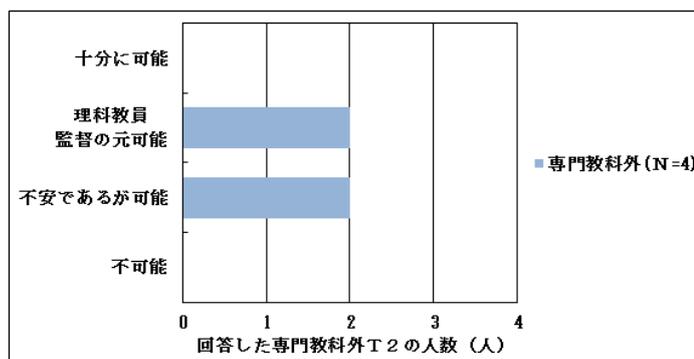


図7 専門教科外のT2による実験支援

また、専門教科外のT2を対象に行った専門教科外のT2による実験支援に関するアンケート結果では、専門教科外の教師がT2として実験支援することが可能であると回答している(図7)。以上より、専門教科外のT2が安全に実験を運営することを第一に考え、実験内容を調整し、実験依頼書を用いて実験計画を共有することで専門教科外のT2が実験を支援できることが示唆された。

## (2) 記述資料に基づく総括的評価の研究

### ア 記述資料による観点別評価

遠隔授業を実践する上での課題の一つとして、学習評価を行う材料が不足することが挙げられる。この事に関して、昨年度の研究ではワークシートや1枚ポートフォリオの記述内容を基に、形成的評価を行っている。本研究では、これらの記述資料に実験プリントを加えた3つの

表4 記述資料に対して行った観点別評価

		評価の4観点			
		関	思	技	知
記述資料	ワークシート		◎	○	○
	実験プリント		○	◎	
	1枚ポートフォリオ	◎			

(◎は主に評価した観点を示す。)

資料を観点別に評価した(表4)。その際、評価規準に基づいてルーブリックを作成し、A・B・Cの3段階で評価した。各観点に対して行った主な評価方法について示す。なお、「知識・理解」は、記述資料や定期テストなどより多面的に評価した。

「思考・判断・表現」については、主にワークシートの記述内容を基に評価した。ワークシートを作成する際、育成を目指す資質・能力を最初に考え、それに即した観点を評価の4観点から選択し、「解決したい課題や問い」を設定した。「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」(平成28年中央教育審議会)において、「深い学び」の一つとして、「知識を相互に関連付けてより深く理解する」とあるため、「解決したい課題や問い」は、複数の問いを相互に関連させて思考するものとした。「解決したい課題や問い」に対する考えは、学習前と学習後に個人でワークシートに記述し、学習による変容を教師側だけでなく、生徒自身も確認できる構成とした(図8)。なお、

**酸化還元反応を考えよう (全4回中1回)**

<今日の課題>酸化防止剤はどのように働いて酸化を防ぐのだろうか？

**解決したい課題や問い**

Q2. 酸化された物質に ○ をつけよう。  
 イソジンうがい薬 ・ 水 ・ ビタミンC

Q3. 下図は、ピーカー内での化学変化を表した図です。ヨウ素とビタミンCの間での電子e<sup>-</sup>の移動方向として適切な点線矢印を実線であらわそう。また、吹き出し内に入る語句を語群から選び、記入し、説明文を作らう。

① (取扱説明書より一部抜粋)

<特徴>

- 有効成分ポピドンヨードが、ヨウ素を遊離し、各種の細菌、真菌、ウイルスなど広範囲の微生物に対して迅速な殺菌・消毒効果を発揮します。
- イソジンうがい薬は、有効成分ポピドンヨードの殺菌・消毒効果と、うがいによる洗浄効果により、口腔内およびのど殺菌・消毒、口臭の除去にすぐれた効果を示します。

② 水溶液中でヨウ素は、主に以下の2つの状態で存在する。

名称	化学式	色
ヨウ素	I <sub>2</sub>	褐色
ヨウ化物イオン	I <sup>-</sup>	無色

電子e<sup>-</sup>の移動方向は？

**【語群】**

- ・酸化された物質
- ・還元された物質

**【説明文】**

Q4. 教科書P.160をよく読み、「酸化剤・還元剤」についてまとめよう。

Q1. イソジンうがい薬にビタミンCを加えた時に起きた変化を、成分に注目して文章で説明しよう。

資料B

下表は、ピーカー内に主に存在する物質の酸化反応や還元反応の起こりやすさに関する資料です。

	酸化反応	還元反応
水	起こりにくい	起こりにくい
ヨウ素	起こりにくい	起こりやすい
ビタミンC	起こりやすい	起こりにくい

<今日の課題>酸化防止剤はどのように働いて酸化を防ぐのだろうか？

**図8 授業で使用したワークシート**

取り扱った授業内容に対する事前知識の有無によって評価に不公平が起こらないように、学習後の「解決したい課題や問い」の記述内容を評価の対象とした。評価の際に使用したループリック及び生徒の記述例を表5に示す。なお、記述例は、「電池はどのようにして電子を作り出しているのだろうか」を「解決した課題や問い」として扱い、「イオン化傾向の差を利用する」と「負極で酸化反応する」をキーワードとして着目した。

**表5 「思考・判断・表現」のループリック及び記述例**

	A	B	C
評価基準	キーワードの入った明確な記述内容	キーワードの入っていない概ね正しい記述内容	漠然として要領を得ない内容又は未記入
記述例	イオン化傾向の差を利用して、負極で酸化反応を起こして、電子を作り出している。	イオン化傾向の差を利用して、電子を作る。差が大きいほど、電子がたくさん流れやすい。	(該当生徒なし)

「観察・実験の技能」については、主に実験プリントの記述内容を基に評価した。「観察・実験の技能」の観点の趣旨は、「観察・実験を行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事物・現象を科学的に探究する技能を身に付けている」と示されている<sup>[8]</sup>。遠隔授業においても、観察・実験の過程や結果を的確に記録、整理できているかは実験プリントの記述内容から

読み取ることは可能であるが、基本操作の習得を評価する方法には課題が残る。そこで本研究では、実験誤差を小さくしたり、危険を回避したりする際に注意する実験操作について、その理由を記述させることで基本操作の習得を評価した。生徒に理由を考えさせるために、実験プリントの実験手順は簡潔に表現し(図9)、授業でも実験操作の流れのみを説明するように心掛けた。図10は、図9中の下線部(D)を行う理由についての生徒の記述内容である。

- 4. 実験手順**
- ① ビュレットの上端に漏斗を入れ、希釈したイソジンうがい薬を目盛りいっぱいまで少しずつ加える。その際、(A) ビュレットと漏斗の間を少し開けておく。
  - ② ビュレットの下端にイソジンうがい薬の入ったビーカーを置き、(B) ビュレットのコックを勢よく開けて、空気を抜く。
  - ③ (C) ビュレット内の溶液が十分量(溶液の液面が0~5.0 mLの間に入っている状態)入っていない場合は、つぎ足し、滴定前の目盛を記録する。
  - ④ 10 mL ホールピペットを使って清涼飲料水 10 mL を取り、コニカルビーカーに入れる。
  - ⑤ ④のコニカルビーカーをビュレットの下に設置し、(D) コニカルビーカーの下に白い紙を引いて、滴定する。
  - ⑥ イソジンうがい薬の色が消えなくなったところを終点とし、滴定後の目盛を記録する。
  - ⑦ ④~⑥の操作を合計2~3回行う。

図9 実験プリントに載せた実験手順

記述内容から、生徒が自ら考え、実験を行うことにより、注意すべき実験操作の説明を割愛しても、その理由を導き出せることが読み取れる。

生徒A	反応後と、反応前の色を見やめるため
生徒B	色が薄くて分かりにくいから。

図10 実験操作の理由に対する生徒の記述内容

「関心・意欲・態度」については、主に1枚ポートフォリオの記述内容を基に評価した。「児童生徒の学習評価の在り方について(報告)」(平成22年中央教育審議会)には、評価時期について、「授業改善のための評価は日常的に行うこと」や「指導後の生徒の状況を記録するための評価を行う際には、単元等のある程度長い区切りの中で行うこと」とある。そこで本研究では、1枚ポートフォリオを活用して、日常的な評価と単元ごとの評価を行った。日常的な評価は、授業ごとに記述させた振り返りの内容を基に行い、単元ごとの評価は、単元の導入と終わりで単元を貫く問いを記述させ、単元終了後の記述内容を基に行った(図11)。評価の際に使用したルーブリック及び生徒の記述内容を表6に示す。なお、記述例は、電池の仕組みについて学んだ

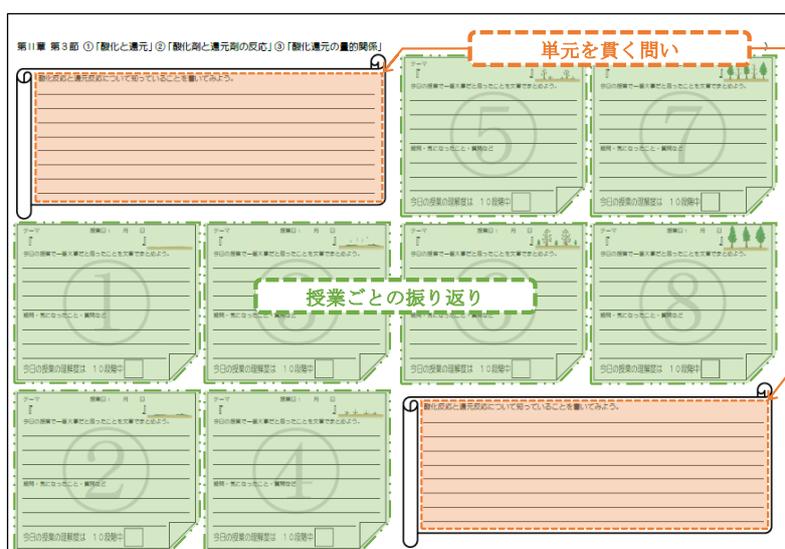


図11 授業で使用した1枚ポートフォリオ

際の生徒の記述内容を示している。

表6 「関心・意欲・態度」のルーブリック及び記述例

	A	B	C
評価基準	授業内容を踏まえた新たな疑問や日常生活との結びつきを読み取れる記述内容	授業での学習内容についてのみ記述内容	漠然とした感想のみで授業での学習内容のない記述内容
記述例	Li と Au を使うと、すごく大きな電流が流れる、ということですか。	イオン化傾向の差を利用して、電子を生み出しているということがわかった。	(該当生徒なし)

### イ 定期テストによる観点別評価

7月と10月に行った1学期期末テスト及び2学期中間テストを作成する際に、評価の4観点に注意して観点別に作問した。「関心・意欲・態度」は1枚ポートフォリオにより十分に評価を行うことが出来ているため、残りの3観点について配点のバランスに注意し、偏りのないように作成した。2学期中間テストでは「知識・理解」及び「観察・実験の技能」、

「思考・判断・表現」それぞれの配点は33点、28点、39点であった。ここで観点ごとの問いについて一例を挙げると、「知識・理解」及び「思考・判断・表現」では図12に示した問いを、「観察・実験の技能」では、実験結果からグラフを作成し、グラフ結果を分析する問いを出題した。

3] 次の文章は、イオン化傾向の差を利用して金属を同定する実験の説明と結果を示している。次の問いに答えよ。

	金属A	金属B	金属C	金属D	金属E
冷水	×	○	×	×	×
塩酸	○	○	×	○	×
希硝酸	○	○	○	○	×

金属A～Eは亜鉛、白金、銀、ナトリウム、鉄のうちのいずれかである。右表は、各金属と冷水、塩酸、希硝酸の反応をまとめたものであり、「○」はよく反応したことを、「×」は反応していないことを示している。

(1) イオン化傾向に注目して元素を並べたものをイオン化列といい、次のように示される。イオン化列中の(A)～(F)に入る元素を元素記号で答えよ。 **知識・理解**

Li (A) Ca Na Mg (B) Zn Fe (C) (D) Pb (H<sub>2</sub>) Cu (E) Ag Pt (F)

(2) 金属B、金属C、金属Eがどの金属であるかを推定し、元素記号で答えよ。

(3) 金属Aと金属Dがどの金属であるかは、今回の実験から判断することができない。しかし、次の実験器具や試薬等を使うことで、金属Aと金属Dを同定する実験計画を立てることができる。どのような実験をするとうい、分かりやすく説明せよ。必要に応じて図を用いてもよい。

**【実験器具】** シャーレ **【試薬等】** 食塩水、金属板A (金属Aの金属板)、金属板D (金属Dの金属板) **思考・判断・表現**

(4) 金属Aより金属Dの方がイオン化傾向が大きいとすると、(3)で考えた実験はどのような結果になるか答えよ。また、この条件の場合、金属Aと金属Dがどの金属であるかを推定し、元素記号で答えよ。

図12 観点別に作問した定期テスト

### ウ 総括的評価

記述資料に対して行った観点別評価及び定期テストの結果を基に総括的評価を行った。最初に、ワークシートや実験プリント、1枚ポートフォリオに対して行ったA・B・Cの観点別評価を点数に換算し、合計値を導出した。その際、定期テストの配点とのバランスを考慮し、偏りのないように評価Aを5点、評価Bを3点、評価Cを1点とした。続いて、記述資料の点数と定期テストの素点を観点ごとに合計し、生徒一人一人の観点別の評価を数値で算出した。この算出した数値に対して特別な処理を行わずに総括的評価を行った場合、各観点の評価実施回数や定期テスト

の観点ごとの配点などにより、評価する観点に偏りが出る可能性がある。そこで本研究では、算出した観点別の評価に偏りの出ないように重みづけを行い、評価の4観点の点数の合計が100点になるように整理し、総括的評価とした。記述資料に対する観点別評価から総括的評価までの流れを図13に示す。

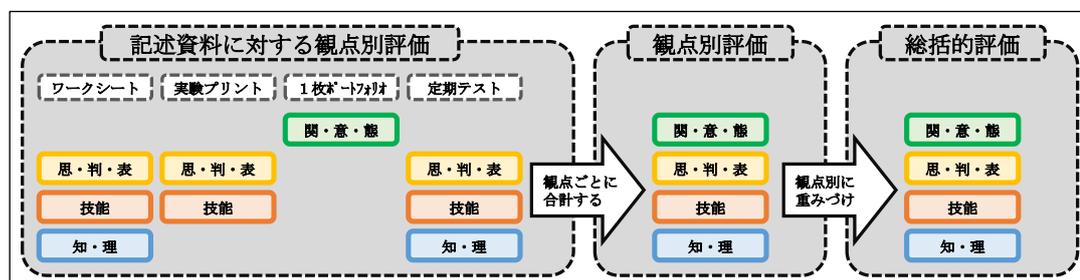


図13 観点別評価から総括的評価までの流れ

## 5 研究のまとめ

### (1) 研究の成果

本研究では、専門教科外の教師がT2に入ることを考慮して、授業設計共有シートや実験依頼書を作成して、T1とT2間での授業設計の共有を図った。授業や実験中におけるT1とT2の役割分担を明確にし、無理のない範囲でT2のファシリテーターとしての役割を設定することにより、遠隔授業でも専門教科外のT2による学習支援や実験支援を円滑に行えることが示唆された。

また、昨年度までの研究を踏まえて記述資料に対して観点別評価を行い、そこへ定期テストの結果を反映させて、総括的評価を実施した。学習評価を行う資料が不足する遠隔授業においても、記述資料を用いて、ルーブリック評価を行うことで、効率的で効果的な観点別評価を十分に行うことができた。これらを基に、観点ごとの評価の偏りに配慮することで、実際に総括的評価まで実施できることが示唆された。

### (2) 今後の課題

令和4年度からの遠隔授業の本格実施に向け、T1とT2双方による総括的評価の方法や専門教科外のT2が実施可能な安全性の高い演習実験の精査と実証について実践を伴う検証を行う必要がある。

### (3) おわりに

本研究に際して、多大な御協力をいただいた川根高等学校の先生方、遠隔授業に一生懸命取り組んでくれた生徒たちに感謝申し上げます。本研究を参考に、遠隔授業に興味を持つ先生方が精力的に実践研究に取り組むことにより、遠隔授業が更に発展していくことを切に願っています。

### 【参考文献】

- [1] 高等学校における遠隔教育の在り方に関する検討会議. “高等学校における遠隔教育の在り方について（報告）”. 文部科学省. 2014
- [2] 遠隔教育推進に向けたタスクフォース. “遠隔教育の推進に向けた施策方針”. 文部科

学省. 2018

- [3] “遠隔授業ガイドブック”. 北海道教育委員会. 2019
- [4] “中山間地域の小規模校における遠隔教育推進事業”. 静岡県教育委員会. 2019
- [5] 加藤博己. “遠隔通信システムを利用した地歴・公民科の授業－学習評価を重視した遠隔授業の実践・検証－”. 静岡県総合教育センター. 2019
- [6] 増田祐樹. “遠隔通信授業における主体的・対話的で深い学びを取り入れた授業実践－指導と評価の一体化（PDCA サイクル）を目指して－”. 静岡県総合教育センター. 2019
- [7] “学校教育法施行規則の一部を改訂する省令の施行等について（通知）”. 文部科学省. 2015
- [8] “評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校 理科）”. 国立教育政策研究所. 2012
- [9] 中央教育審議会. “児童生徒の学習評価の在り方について（報告）”. 文部科学省. 2019

- 
- <sup>1</sup> 「学びの意味を育てる理科の教育評価」（平成 15 年堀哲夫）において示されている評価方法の一つである。1 枚の用紙に学習履歴をまとめることで、学習者は学習目標を意識しながら興味・関心を持って学習に望め、教師は生徒の理解度を自己評価から図れる。
  - <sup>2</sup> 「児童生徒の学習評価の在り方について（報告）」（平成 22 年中央教育審議会）において示されている評価の 4 観点で、「知識・理解」、「技能」、「思考・判断・表現」、「関心・意欲・態度」のことを指す。
  - <sup>3</sup> 「学習評価に関する資料」（平成 28 年総則・評価特別部会）において示されている表記空き順表で、成功の度合いを示す数レベル程度の尺度と評価規準からなる。本研究では、成功の度合いを 3 段階設定し、「十分満足できる」状況を A、「概ね満足できる」状況を B、「努力を要する」状況を C とした。
  - <sup>4</sup> 静岡県榛原郡川根本町にある全日制・普通科の高等学校であり、総生徒数 140 人、9 学級（平成 31 年 4 月現在）の小規模校である。
  - <sup>5</sup> 株式会社 MetaMoJi のソフトウェア「MetaMoJi Classroom」を指す。リアルタイム授業支援アプリで、シンプルなノート機能から、協働学習まで幅広く柔軟に対応できる。
  - <sup>6</sup> 静岡県の公立高等学校で使用している学習指導案（内容項目は「単元名」や「対象となる生徒」、「単元の目標」、「単元の評価規準」、「指導と評価の計画」、「本時の指導と評価の実際」）に「使用する機器」と「本時で使用する教材」の項目を加えた学習指導案である。
  - <sup>7</sup> 研究報告資料（リーフレット）「アクティブ・ラーニングとカリキュラム・マネジメント」（平成 28 年静岡県総合教育センター、平成 29 年度改訂）において、「主体的・対話的で深い学び」を実現するための授業設計の視点として示されている 4 項目（「解決したい課題や問い」、「考えるための材料」、「対話と思考」、「学習の成果」）の一つである。