

令和3年度(2021年度) 理科教育に関する研究

効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した 高等学校理科の授業づくり

－思考を整理して再構築する力の育成を目指して－

内容の要約

平成30年告示の高等学校学習指導要領では、教育課程の実施において、生徒が学習したことを振り返る活動を計画的に取り入れるように工夫することが示された。これを受けて本研究では、探究の過程を通じた学習活動において、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した高等学校理科の授業づくりに取り組んだ。「デジタル探究ノート」によって他者との共有を円滑にし、ルーブリックの達成基準を主体的な思考の振り返りを促す道しるべとして示すことで、思考の振り返りを充実させることができた。そして、この取組が、思考を整理して再構築する力の育成につながった。

キーワード

探究の過程を通じた学習活動
「デジタル探究ノート」

効果的なICTの活用
他者との共有

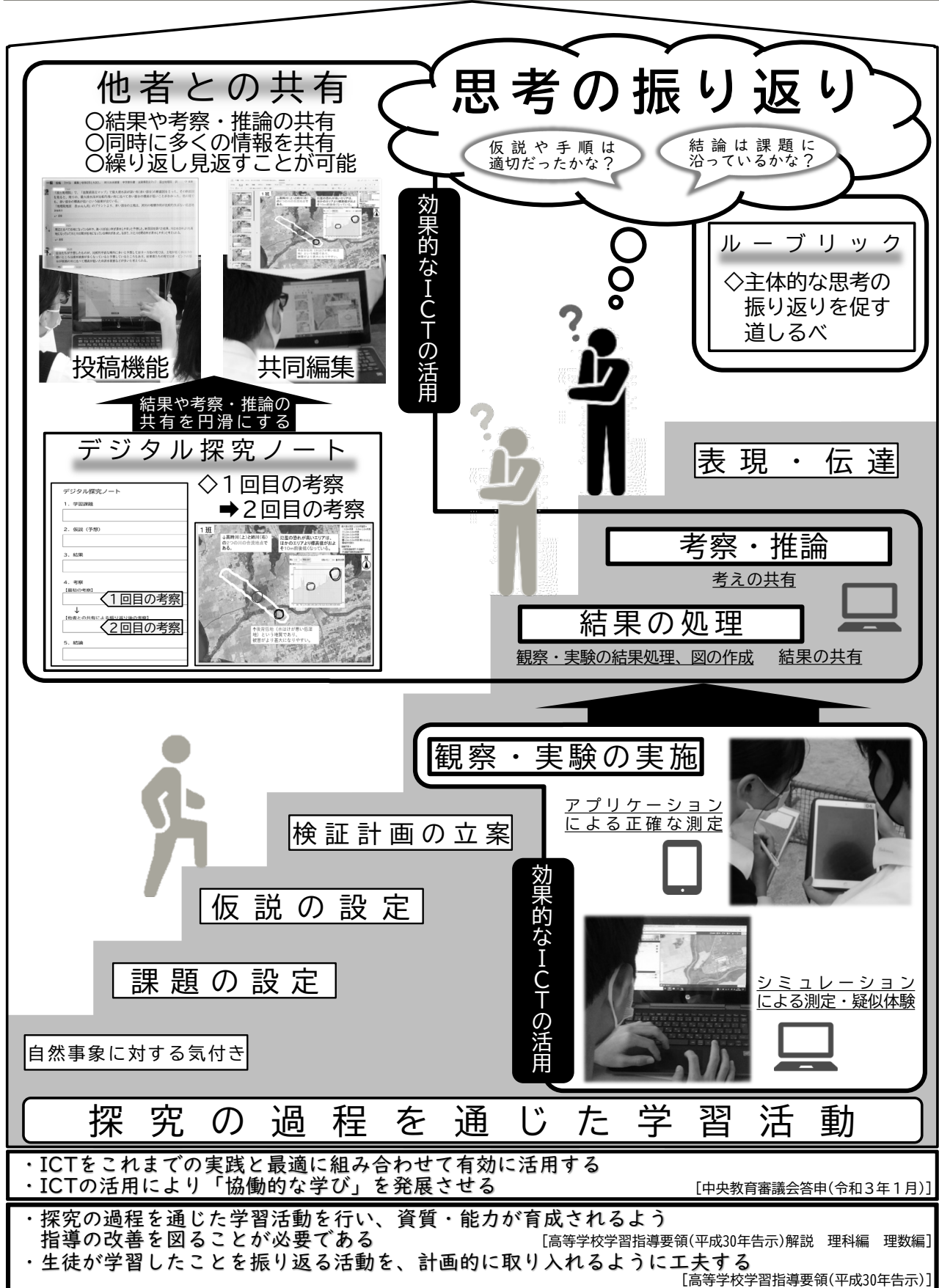
思考の振り返り
ルーブリック

目	次
I 主題設定の理由	(1) VI 研究の内容とその成果 (6)
II 研究の目標	(1) 1 生徒の実態把握 (6)
III 研究の仮説	(2) 2 思考を整理して再構築する力の育
IV 研究についての基本的な考え方	(2) 成を目指した高等学校理科の授業
1 思考の振り返りと思考を整理して	づくり (6)
再構築する力とは	(2) 3 生徒の意識の変容 (10)
2 思考の振り返りを重視した授業づ	4 指導者の意識の変容 (11)
くりにおける効果的なICTの活用	(2) VII 研究のまとめと今後の課題 (12)
3 主体的な思考の振り返りを促す道	1 研究のまとめ (12)
しるべとしてのルーブリックの達	2 今後の課題 (12)
成基準	(4) 文 献
4 実践における成果の検証	(5)
V 研究の進め方	(5)
1 研究の方法	(5)
2 研究の経過	(6)

滋賀県総合教育センター

尾 田 雄 祐

思考を整理して再構築する力の育成



理科教育に関する研究

効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した 高等学校理科の授業づくり

－思考を整理して再構築する力の育成を目指して－

I 主 題 設 定 の 理 由

高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編(以下、学習指導要領解説という。)では、「課題の把握(発見)、課題の探究(追究)、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である」¹⁾と示されている。また、高等学校学習指導要領(平成30年告示)では、教育課程の実施において、「生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を、計画的に取り入れるように工夫すること」²⁾と示されている。

中央教育審議会答申(令和3年1月)では、「ICTをこれまでの実践と最適に組み合わせ有効に活用し、教育の質の向上につなげていくことが必要である(一部抜粋)」「ICTの活用により、子供一人一人が自分のペースを大事にしながら共同で作成・編集等を行う活動や、多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動など、『協働的な学び』もまた発展させることができる」³⁾と示されている。

当センターでは、平成30年度より、探究の過程を通じた学習活動の研究に取り組んできた。研究における成果の一つである「探究ノート」は、生徒自身の思考の場面を可視化することができ、自己の思考を振り返る際に効果的であった。また、「考察・推論」に特化したループリックは、生徒に達成基準を示すことで「考察・推論」における道しるべとなり、生徒に主体的な取組を促した。一方で、日常を超越した規模の事物・現象においては、モデル化や実験・観察に研究の余地があり、今後の課題であった。

そこで、時間的・空間的に日常を超越した規模の内容の理解を促し、探究の過程を通じた学習活動の充実を図ることにつながるよう、身近でありながら机上に収まらない事物・現象を多く扱う地学分野において、ICTを効果的に活用した授業づくりを行う。また、「探究ノート」に効果的にICTを組み合わせ、「デジタル探究ノート」を生かして、観察・実験における結果や考察・推論について他者との共有を円滑にして思考の振り返りの充実を促す。さらに、ループリックによる達成基準を道しるべとして示すことで、生徒の主体的な思考の振り返りを促す。思考の振り返りが充実することで、思考を整理して再構築する力が育成されることは、探究の各過程において科学的に探究するために必要な資質・能力が育成される基盤と考える。

以上のことから、本研究では、探究の過程を通じた学習活動において、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した高等学校理科の授業づくりに取り組む。この取組が生徒自身の思考を整理して再構築する力の育成につながると考え、本主題を設定した。

II 研 究 の 目 標

探究の過程を通じた学習活動において、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した高等学校理科の授業づくりに取り組むことで、思考を整理して再構築する力の育成を目指す。

Ⅲ 研究の仮説

探究の過程を通じた学習活動において、効果的にICTを活用し、「デジタル探究ノート」により観察・実験における結果や考察・推論などの情報について他者との共有を円滑にすることで、思考の振り返りを充実させる。さらに、ループリックの達成基準を道しるべとして示し、主体的な思考の振り返りを促す。このような高等学校理科の授業づくりを行うことは、思考を整理して再構築する力の育成につながるであろう。

Ⅳ 研究についての基本的な考え方

1 思考の振り返りと思考を整理して再構築する力とは

学習指導要領解説には、「生徒が主体的に学習に取り組めるよう学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりして、自身の学びや変容を自覚できる場面をどこに設定するかといった視点で授業改善を進めることが求められている」¹⁾と述べられている。また、学習過程について、必ずしも一方向の流れではなく、戻ったり繰り返したりすることの必要性が示されている。さらに、理科における資質・能力を育むために重視すべき探究の過程のイメージ(p.3の図1)¹⁾の中で、「振り返りは、学習過程全体を通してのみならず、必要に応じて、それぞれの学習過程で行うことも重要である」¹⁾と示されている。指導者が振り返りを促す場面を考えると、主に授業の最後や単元ごとにまとめとしての振り返りがなされていることが多いと推察されるが、授業や単元ごとの振り返りの他にも学習過程それぞれにおいて振り返ることで、生徒が物事を比較したり関係付けたりして思考を整理して再構築することが促され、学習活動をより充実させることができると考えられる。

本研究は、生徒自身の思考の振り返りが学習活動を充実させるうえで重要であると考え、探究の過程を通じた学習活動において効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した授業づくりに取り組む。「思考の振り返り」とは、学習課題に立ち返ること、仮説や手順、結果を見直すことと定義する。また、生徒が思考の場面を可視化することができる「探究ノート」を作成することは探究の過程を振り返ることにつながり、よりよい考察・推論を構築するうえで大切な手順であると考えられる。そこで、個人の思考の振り返りの際に、「探究ノート」に効果的にICTを組み合わせた、「デジタル探究ノート」を活用して、観察・実験における結果や考察・推論などの情報を他者と共有する中で思考の振り返りを充実させる。さらに、他者と観察・実験の結果や考えを共有することで思考の振り返りを行い、自身の思考を整理して再構築することは「考察・推論」を深めることにつながると考える。これらを踏まえて、本研究において「思考を整理して再構築する力」とは、思考を整理して考察・推論をし直したり、改善策を考えたりする力と定義する。思考の振り返りを充実させることで、思考を整理して再構築する力の育成を目指す。

2 思考の振り返りを重視した授業づくりにおける効果的なICTの活用

中央教育審議会答申(令和3年1月)では、「ICTの活用により、学校教育の質の向上につなげるために、各教科等において育成を目指す資質・能力等を把握したうえで、特に『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善に生かしていくことが重要である(一部抜粋)」³⁾と示されている。そこで、思考の振り返りを重視した授業づくりを行うにあたり、理科における資質・能力を育むために重視すべき探究の過程のイメージで示されている探究の各過程において、効果的なICTの活用場面を

¹⁾ 学習指導要領解説の10ページに示されたイメージ図である。科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する観点から、観察、実験を行うことなどを通して探究する学習活動をより一層充実させるために探究の過程が明確化された。

設定する。具体的には、探究の過程を通じた情報収集、「観察・実験の実施」における正確な測定、体験や観測が難しい現象のシミュレーションによる測定・疑似体験、「結果の処理」における観察・実験の結果処理や図の作成、「結果の処理」「考察・推論」における結果・考えの共有の場面を設定した(図1)。

なお、ICTの活用には、活用そのものが目的とならないように留意して、学習内容に応じた場面を検討する。また、本研究は身近でありながら机上に収まらない事物・現象を多く扱う地学分野において、効果的なICTの活用による探究の過程を通じた学習活動の実践に取り組むこととする。

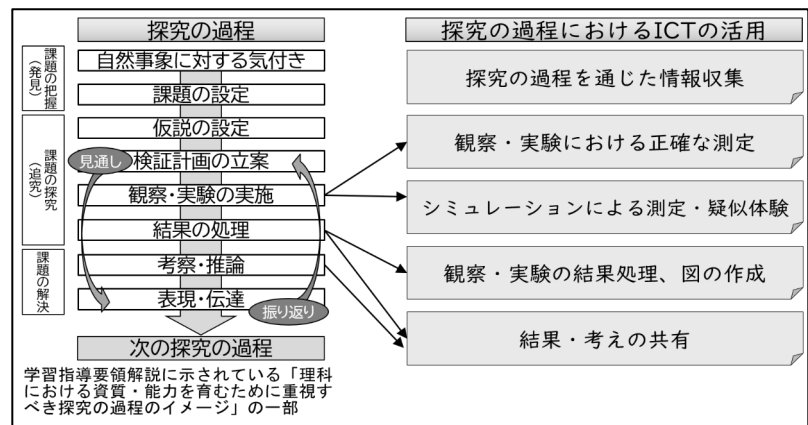


図1 探究の過程における効果的なICTの活用場面

(1) 地学分野における、効果的なICTの活用による探究の過程を通じた学習活動の取組

ア 「地球の形と大きさ」の単元における取組

「地球の形と大きさ」の単元で、一連の学習を終えた後に発展の位置付けとして実証授業を実施する。日常生活では実感しにくい地球の形と大きさについて、実体験を伴う観察・実験を通じてそのスケールを捉えながら学習することが、生徒の学びを充実させることにつながると考える。そこで、地球1周の長さを生徒自身が実測することはできないが、自分で実際に歩いた距離と、始点と終点の緯度差を位置測定アプリケーション¹⁾で測定して得た値から、地球の大きさを算出する。このような実践を探究の過程を通じた学習活動の中に盛り込む。さらに、生徒が測定した値から算出した地球の大きさと、高緯度・低緯度において位置測定アプリケーションから得た値からそれぞれ算出した地球の大きさとを比較することで、地球の形と大きさについて考察・推論を深める展開とする。

イ 「日本の自然環境」の単元における取組

「日本の自然環境」の単元で、導入として、中学校での既習事項を踏まえた実証授業を実施する。自然災害については、防災・減災の観点から、事象を自分事として捉えることが重要であるとする。そこで、河川の氾濫による水害について探究の過程を通じた学習活動に取り組む。その際、生徒が居住地周辺などの身近な場所の水害を国土地理院地図(Web)等によるシミュレーションにより測定・疑似体験することで、より自分事として捉えて自然災害に対しての理解を深めるようにする。さらに、シミュレーションとハザードマップ等との比較により、考察・推論を深め、防災・減災についての意識を高める展開とする。

(2) 他者との共有による思考の振り返り

生徒が自分の学習ペースを大事にしながら共同で作成・編集等を行う活動や、多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動などの「協働的な学び」を実現して、思考の振り返りを充実させるために、生徒同士で観察・実験における結果や考察・推論などの情報を共有することが大切であると考え、協働支援ツールMicrosoft Teams(以下、Microsoft Teamsという。)を活用した投稿機能や共同編集による他者との共有の場面を設定する。これらの機能については、Microsoft Teamsの投稿タブを使ってテキストや画像を投稿ページへ投稿することを「投稿機能」とし、一つのプレゼンテーショ

¹⁾ 地図計測プロ

ン作成ファイルを全体で編集することを「共同編集」とする。本研究において、これらの機能を活用した思考の振り返りを促す他者との共有の場面とその効果について表1に示した。自身の班の結果だけでなく、他の班の結果を共有することによって、全体の実験結果の傾向や自身の実験結果の妥当性について思考を振り返り、「考察・推論」を深めることにつながると考えられる。

なお、本研究においては、観察・実験における結果や考察・推論などの情報を他の生徒と共有することを「他者との共有」と表すこととする。

表1 思考の振り返りを促す他者との共有の場面とその効果

思考の振り返りを促す他者との共有の場面	・指導者が端末で撮影した情報(観察・実験における結果や考察・推論)を一斉提示して共有する。 ・生徒がテキストや画像などの情報を投稿機能によって共有する。 ・プレゼンテーション作成ソフトで一つのファイルを共同編集することで、情報を共有する。
思考の振り返りを促す他者との共有の効果	・個人や班の投稿した内容を各自の端末から容易に閲覧・比較することができる。 ・端末の画面上でいつでも情報を見返すことで、円滑に思考の振り返りができる。 ・各自の進捗状況や内容の重複、過不足等について、班で把握し合うことができる。

(3) 他者との共有に適した「デジタル探究ノート」の特徴

表2 紙媒体の「探究ノート」の特徴と「デジタル探究ノート」の特徴の比較

	紙媒体の「探究ノート」	「デジタル探究ノート」
レイアウト	・記入枠のスペースに制限がある。 ・文字やグラフ・図などを記入後に並び替えが難しい。	・スペースは自由で、テキストやグラフ・図などを入力後に並び替えがしやすい。 ・写真や動画などを加えることができ、豊かな表現で作成ができる。
他者との共有	・「探究ノート」の回覧で共有できるが、同時に共有できる数は少ない。 ・回している最中は、手元に残らないため比較が難しい。	・生徒自身が入力した情報をコピーして共有媒体に貼り付けることで、容易に投稿でき、クラス全体で同時に円滑に共有できる。
学習進度の把握	・生徒の記入の様子を見て回ることや、「探究ノート」を回収することで確認する。	・クラウド上に保存しておくことで、指導者用の端末で確認することができる。

本研究では、探究の過程全体の見通しや学習内容、自らの思考の流れを記録できる「探究ノート」に効果的にICTを組み合わせた「デジタル探究ノート」を活用する(図2)。紙媒体の「探究ノート」と「デジタル探究ノート」の特徴について比較したものを表2に示した。記録内容をデジタル化することで、投稿機能やファイルの共同編集機能が活用しやすくなり、他者との共有を円滑にすることができる。その結果として、思考の振り返りを充実させることを意図した。さらに、「デジタル探究ノート」は思考した内容の蓄積や並び替えがしやすく、文字や図以外にも写真や動画を組み込むことが可能となり、学習記録の質が向上することで思考の振り返りの充実につながると考えられる。「デジタル探究ノート」の考察・推論の記述については、思考の振り返りを行い自身の思考を整理し再構築したことを生徒が実感できるように工夫する。具体的には、まず、自分自身で1回目に考える「最初の考察」と、他者との共有により思考の振り返りを行った後に2回目に考える「他者との共有による振り返り後の考察」の2段階で行うこととする(図2)。

デジタル探究ノート

- 学習課題
- 仮説(予想)
- 結果
- 考察
 - 【最初の考察】
 - 1回目の考察
 - ↓
 - 【他者との共有による振り返り後の考察】
 - 2回目の考察
- 結論

図2 デジタル探究ノートのレイアウト(一例)

なお、「デジタル探究ノート」の項目のうち、観察・実験における結果および考察の2点について本研究で焦点化して取り扱うこととする。実践においては「デジタル探究ノート」の利点として挙げている他者との共有の場面で活用を促し、その効果を検証する。さらに、「デジタル探究ノート」の活用にあたっては、生徒の端末操作スキルや端末の導入環境など実態に応じた活用を検討する。

3 主体的な思考の振り返りを促す道しるべとしてのルーブリックの達成基準

生徒の主体的な思考の振り返りを促すために、ルーブリックの達成基準を道しるべとして示す。具

体的には三つの評価項目を設定し、各項目で期待される生徒の姿を4段階で示すこととする。「自分自身の考えの整理」の項目では、自分自身が学習課題に沿って予想した内容に立ち返り観察・実験の結果から思考を整理して再構築できる姿を示す。「他者と実験結果・考察を共有」の項目では、観察・実験の結果や考察・推論について他者との共有をしたことで思考の振り返りを行うことができる生徒の姿を示す。「考察の記述における科学用語の使い方」の項目では、科学用語を正しく使用して自身の考えを表現できる生徒の姿を示す(表3)。なお、ループリックの達成基準は学校や生徒の実態に応じて作成することとする。

表3 「日本の自然環境」におけるループリックの達成基準(下線は評価段階における要点を示している)

評価項目	A	B	C	D
自分自身の考えの整理	学習課題に沿って、自身が予想した内容にふれて、 <u>調査結果に基づいた考察を記述</u> することができている。	学習課題に沿って、 <u>調査結果に基づいた考察を記述</u> することができている。	学習課題に沿って、 <u>調査結果の内容を記述</u> することができている。	学習課題を理解している。
他者と実験結果・考察を共有	他者・他グループの調査結果や考察にふれた記述があり、さらに、自分の調査結果や考察と <u>比較したうえで、考察が妥当であったかどうかや改善点について記述</u> することができている。	他者・他グループの調査結果や考察にふれた記述があり、さらに、自分の調査結果や考察と <u>比較して記述</u> することができている。	他者・他グループの調査結果や考察と自分の調査結果や考察とを <u>比較</u> することができている。	他者・他グループの調査結果や考察を <u>閲覧</u> することができている。
考察の記述における科学用語の使い方	地形の特徴(標高、河川、高地、低地など)、距離、浸水、氾濫などの科学用語の <u>関連性を理解して正しく使用</u> することができている。	地形の特徴(標高、河川、高地、低地など)、距離、浸水、氾濫などの科学用語を <u>正しく使用</u> することができている。	地形の特徴(標高、河川、高地、低地など)、距離、浸水、氾濫などの科学用語を <u>使用</u> することができている。	地形の特徴(標高、河川、高地、低地など)、距離、浸水、氾濫などの科学用語を <u>知</u> っている。

4 実践における成果の検証

研究の始期と終期における生徒質問紙調査の結果、授業中の生徒の発言や活動に取り組む様子から、「デジタル探究ノート」の利点を生かした他者との共有により思考の振り返りを充実させたかどうかを見取る。さらに、生徒の考察・推論の記述内容の変容、生徒への聞き取りなどから、思考の振り返りの充実が「考察・推論」を深めることにつながったかどうかを見取る。

思考の振り返りおよび探究の過程を通じた学習活動において、ICTの活用が効果的に働いたかどうかについて、研究の終期における生徒質問紙調査の自由記述により見取る。ループリックの有用性については、生徒からの聞き取りや授業中の発言や活動に取り組む様子から見取る。

指導者には、ICTの効果的な活用が授業展開に寄与した点や、思考の振り返りの充実によって生徒の授業に取り組む姿勢がどのように変容したかについて、聞き取りを行う。

これらの分析から、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した授業づくりが、思考を整理して再構築する力を育成することに有効であったかどうかを検証する。

V 研究の進め方

1 研究の方法

- (1) 研究協力校の生徒を対象に質問紙調査を行い、探究の過程を通じた学習活動の実践において、ICTを効果的に活用するための視点を明確にする。
- (2) 学習活動を支援する生徒の実態に応じたループリックを作成する。
- (3) 探究の過程を通じた学習活動において、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した学習活動を実践する。
- (4) 生徒質問紙調査、考察・推論の変容、授業中の生徒の様子、生徒と指導者からの聞き取りから、効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した授業づくりが思考を整理して再構築する力を育成することに有効であったかどうかを検証する。

2 研究の経過

4月	研究構想 研究委員の委嘱	10月～11月	研究協力校での実証授業Ⅱ
5月	研究推進計画の立案		生徒質問紙調査(第2回)
6月	生徒質問紙調査(第1回)	11月	第3回専門・研究委員会 (研究の成果と課題の分析)
	第1回専門・研究委員会 (研究構想、実証授業Ⅰの検討)	12月	研究論文原稿執筆
7月	研究協力校での実証授業Ⅰ	1月	研究発表準備
8月	第2回専門・研究委員会 (実証授業Ⅰの成果と課題の分析、実証授業Ⅱの検討)	2月	研究発表大会
		3月	研究のまとめ

Ⅵ 研究の内容とその成果

1 生徒の実態把握(研究協力校の生徒を対象にした質問紙調査)

実証授業の前に、考察・推論において重要となる思考の振り返りについて研究協力校の生徒を対象にして、これまでの理科の授業に対する第1回質問紙調査を実施した(図3)。その中で、図3の①と②の設問について、「当てはまる」と回答している生徒は少ない傾向にあり、「考察・推論」の過程において思考の振り返りが十分でないことがうかがえた。また、図3の③の設問についても「当てはまる」と回答している生徒は少なく、生徒は思考を整理することに苦手意識を感じていることもうかがえた。このことから、思考を整理して再構築する力を育成するためには、「考察・推論」の過程において、思考の振り返りの充実が大切であることがうかがえた。

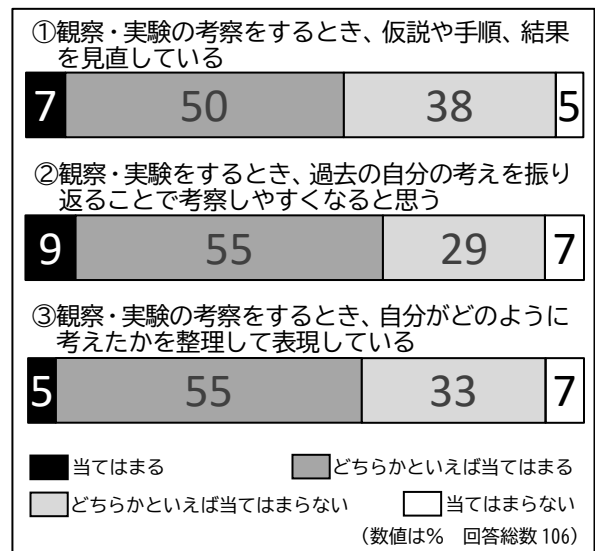


図3 生徒質問紙調査(第1回)の結果

2 思考を整理して再構築する力の育成を目指した高等学校理科の授業づくり

実証授業は地学基礎の二つの単元で実施し、いずれも3時間ずつで取り組んだ。まず、学習課題に対して「仮説の設定」を行った後、ICTを活用して「観察・実験(調査)の実施」「結果の処理」を行った。続いて、ルーブリックを活用して1回目の考察・推論である「最初の考察」に取り組む展開とした。さらに、「最初の考察」については「デジタル探究ノート」の利点を生かして他者との共有を円滑にして思考の振り返りを充実させた。そうすることで考察・推論を深めることを促し、2回目の考察・推論である「他者との共有による振り返り後の考察」に取り組んだ。

(1) 地学基礎における、ICTを活用した探究の過程を通じた学習活動の実践

ア 「地球の形と大きさ」の単元における授業の実践

「地球の形と大きさ」の単元において、エラトステネスが地球の外周を算出した方法にならい、直近の既習事項である「地球がだ円体であること」

表4 「地球の形と大きさ」における学習課題と結論

学習課題	地球は本当にだ円体なのか。自分で測定した結果を基に考えよう。
結論	地球はだ円体である。なぜなら、子午線上の2地点の緯度差と距離によって、地球を球体と仮定して大まかな大きさを算出すると、高緯度と低緯度では、算出した地球の大きさが異なるからである。その理由は、高緯度と低緯度では緯度1°あたりの子午線の長さが異なるためと考えられる。つまり、このことは地球がだ円体であることを示している。

と」を題材とした学習課題を設定した(表4)。第1時・第2時は、エラトステネスが地球の大きさを算出した手法を振り返った後、グラウンドで測定した2地点間の緯度差と距離からエラトステネスの手法を用いて地球の大きさを算出する活動を行った。エラトステネスの手法においては

「測定する2地点を子午線上に設定すること」が重要であることから、測定前に「測定する2地点の設定」について思考する場面を設けた。そうすることで、「考察・推論」において仮説や手順に立ち返ることをねらいとした。第3時は、前時の活動を踏まえて、高緯度・低緯度における2地点間の緯度差と距離からエラトステネスの手法で地球の大きさを算出し、その値が異なることから地球が球体ではなくだ円体であるという結論につなげる展開とした(p.6の表4)。

測定については、正確な値を得るため、緯度と距離を測定する際に位置測定アプリケーションを活用した(図4)。さらに、子午線上の2地点を設定する重要性について思考できるよう、各班で設定した2地点の記録を指導者が撮影し、その画像をプロジェクターで全体共有した。ここで、設定した2地点を他の人と比較する様子や既習事項を振り返っている生徒の様子が見られた。

仮説を基に、設定したグラウンドの2地点を端末の画面で確認しながら2地点の緯度と距離を測定した。その際、自身の班と他の班が設定した2地点を比較しながら測定する様子が見られた。また、生徒の考察・推論には「子午線上に2地点を設定することが大切であるが、自分の2地点の設定は間違っていた」といった記述があり、結果を基に自身の手法を見直していることがうかがえた。さらに、前時に仮説や手順に立ち返りながら算出した地球の大きさについて「考察・推論」したことで、高緯度・低緯度において2地点間の緯度と距離を測定する際、子午線上の2地点に留意しながら測定している様子が見られた。

これらのことから、効果的なICTの活用によって正確に測定した値を基に「考察・推論」することで、自然の事物・現象を時間的・空間的な関係として科学的な視点で捉え、比較することができ、学習活動を充実させることができたと考えられる。

イ 「日本の自然環境」の単元における授業の実践

表5 「日本の自然環境」における学習課題と結論

学習課題	水害が起こる可能性が高い地形には、どのような特徴があるか。
結論	河川の氾濫が起こるような降雨があった場合、浸水被害が想定される区域の地形の特徴は、周囲よりも標高が低いことが考えられる。また、堤防などが決壊した場合、流れ込んだ水が溜まりやすく、はけにくい特徴も考えられる。さらに、場所によっては、天井川となっていることも考えられ、地形の特徴が複合的に関わっていることが分かる。

「日本の自然環境」の単元において、中学校までの既習事項を踏まえて「水害がおこりやすい地形の特徴」を題材とした学習課題を設定した(表5)。第1時・第2時では、水害のリスクが高い地形にはどのような特徴があるのかについて科学的な視点で「考察・推論」するために、数年前に大規模な水害が起こり、特徴的な地形を示す長浜市姉川流域の調査活動を行い結論につなげた(表5)。第3時では、姉川流域での調査内容を踏まえて、学校周辺や生徒の居住地域周辺など身近な場所のハザードマップや地形を分析することで、学習内容を自分事として捉えることをねらいとした。

調査活動においては、生徒が地形について多角的な視点で比較ができるよう、国土地理院地図(Web)を活用した。国土地理院地図(Web)の機能を使うことで、任意の2地点間の断面図を表示したり地形分類で色分けされた土地利用図を重ねたりすることができた。これにより、姉川流域における水害のリスクについて現状を理解することやその要因として地形を立体的に捉える視点をもつことを可能とした(図5)。水害が起こりやすい場所とそうでない場所について、様々な2地点の断面図を比較して得た情報を基に「考察・推論」している生徒の様子が見られた。「自

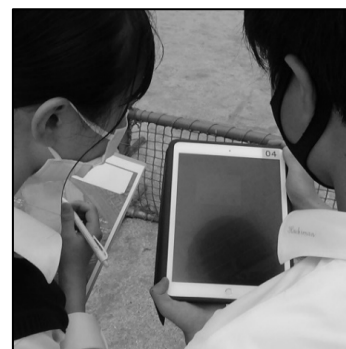


図4 位置測定アプリケーションで緯度と距離を測定している様子

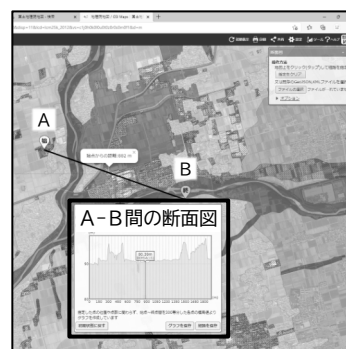


図5 国土地理院地図(Web)で断面図を表示している画面

分の調べたい場所について、高低差を調べることができ、地形の特徴と水害の関係について考えが深まった」という生徒の感想や、考察・推論には「水害が起こりやすい要因は一つではなく、複数の要因が関係していることが分かった」といった記述が見られた。

学習前後に学校周辺のハザードマップを確認する場を設けることで、学習後に生徒が学習を振り返り、ハザードマップから読み取れる内容が増加したことを実感できるようにした。学習のまとめにおいては、学習した視点を基に生徒の身近な場所のハザードマップを主体的に確認している様子(図6)や「今回学習したことは家族に伝えて、みんなが身を守れるようにしたい」という感想からは、学習内容を自分事として捉えていることがうかがえた。

これらのことから、シミュレーションによる測定・疑似体験を通して「考察・推論」をすることで、生徒が自然の事物・現象を時間的・空間的な関係として科学的な視点で捉えることにつながった。また、生徒に馴染みのない場所であっても、シミュレーションした学習内容を振り返り、生徒の身近な場所における災害の学習に応用することで、生徒は自然の事物・現象を科学的に捉え、自分事として関係付けることにつながり、学習活動を充実させることができたと考えられる。

(2) 他者との共有による思考の振り返りの実践

「地球の形と大きさ」「日本の自然環境」それぞれの単元の授業では、「デジタル探究ノート」の利点を生かして他者との共有の場面において、投稿機能を活用して観察・実験の結果や考察・推論の共有を行うことで、思考の振り返りの充実につなげた(図7)。

「日本の自然環境」の授業では、調査結果について一つのプレゼンテーション作成ファイルにまとめることで、全体での他者との共有を図り、班ごとに各スライドを共同編集できるようにした(図8)。また、多面的な視点で思考することができるように、他の班のスライドを常に共有できる状態にした。

観察・実験における結果や考察・推論を投稿機能によって共有することについて、「順番に発表を聞くという今までの授業に比べて、投稿機能は一度に多くの人や班の結果・意見を知ることができた」「何度でも見返すことができるので、2回目の考察を考えやすかった」という生徒の記述が見られた。他の班のスライドを随時共有できたことについて、生徒からは「他の班の進捗状況を知ることができ、まとめながらいろいろな視点を得ることができた」といった声があり、他の班から得た新たな視点を取り入れて調査活動を進める様子がうかがえた。

これらのことから、他者との共有の場面において、投稿機能や共同編集を活用することは生徒が一度に共有できる情報量を多くすることにつながった。加えて、共有された情報を何度でも見返すことを可能とした。他者との共有によって生徒が自身の観察・実験の結果や考察・推論において他者の新たな視点から妥当性を検証することで、思考の振り返りが充実し、思考を整理し再構築して考察・推論を深める



図6 国土地理院地図(Web)とハザードマップから、学校周辺の水害について確認している様子

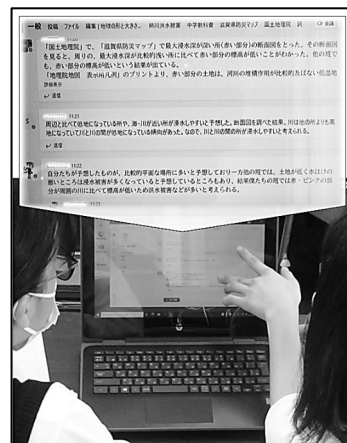


図7 投稿された考察を参照している場面

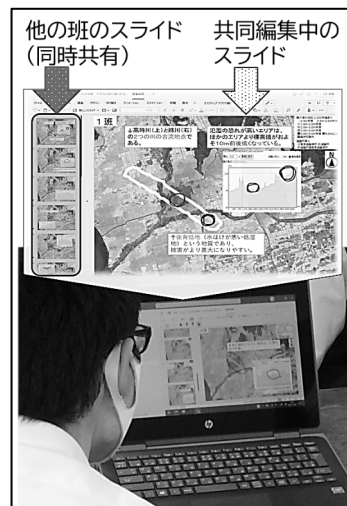


図8 他の班の調査結果を参照している場面

ことにつながったと考えられる。

ア 「地球の形と大きさ」の授業における考察・推論の記述の変容

生徒が自身の算出した地球の大きさの結果と、投稿機能によって共有された他者の結果を素早く比較する様子が見られ、自身の算出した値が妥当であるのかを評価していた。このことから、ICT

(1回目)最初の考察

エラトステネスが求めた地球の大きさは40000 kmだったが、自分の班が求めた結果は2757 kmだった。この違いは、測定する2地点の設定が重要であるにもかかわらず、適当に決めた2地点で測定していたことが要因かもしれない。

(2回目)他者との共有による振り返り後の考察

予想していた段階では、測定する2地点について、どこで2点を設定しても地球の大きさが算出できると考えていたが、同じ経線上で測定をした班の結果が、エラトステネスが求めた40000 kmに近づいた値を算出していたことから、エラトステネスが地球の大きさを算出した手法は、同じ経線上の2地点で測定することが重要であることが分かった。適当な2地点で測定したことが、自分の班の実験結果が大きく異なった要因であると考えられる。他の班の結果から、2点の距離はできるだけ長くしたほうが正確な地球の大きさを算出できることも考えられる。

図9 生徒の「考察・推論」における記述の変容(実線・破線・二重線は筆者)

を活用して同時に多くの結果を共有することは考察・推論を円滑に記述することにつながったと考えられる。また、投稿機能で算出した地球の大きさの値を他者と共有した際、地球の大きさだけでなく、測定した2地点の情報も共有することで、実験の手法に立ち返った考察・推論が見られた(図9の破線部)。このことから、思考の振り返りが促されていたと考えられる。また、考察・推論を共有することで、予想に立ち返る記述や自身の考察・推論を見直し再構築する記述も見られた(図9の実線部)。さらに、高緯度・低緯度のそれぞれ2地点で算出した地球の大きさから地球の形を「考察・推論」する際においても、自身の予想に立ち返って「考察・推論」をしている様子が見られた。2回目の考察には「他の班の結果から」という記述が見られた(図9の二重線部)。これは、生徒が他の班の結果や考察・推論を共有することで、新たな視点や思考にふれ、自身の考察・推論を見直して再構築していることを示していると考えられる。

これらのことから、他者との共有により思考の振り返りを充実させることで、自身と異なる結果に対して、自身の結果が正しいかどうかについて既習事項と照らし合わせることができ、思考を整理し再構築して考察・推論を深めることができたと思える。

イ 「日本の自然環境」の授業における考察・推論の記述の変容

生徒の「考察・推論」における記述からは、他者による新たな視点の考察・推論にふれることで、水害が限られた要因で起こるのではなく、様々な要因が複雑に重なり合っているという考え方に至った様子が見られた(図10の実線部)。さらに、予想したことについて、自身の調査では調べることができなかった点について、他の班の考察・推論の共有をすることで、自身の予想を見直し、考察・推論を再構築する様子が見られた(図10の破線部)。

(1回目)最初の考察

姉川での被害が大きい場所は川に挟まれていて、土地の高さが低いところだったことから、予想していた土地の高さが低いという特徴はあったと考えられる。また、予想していた水はけが悪い場所は今回の調査では分からなかった。

(2回目)他者との共有による振り返り後の考察

水害が起こりやすい要因として土地の高さが低いことを予想した。水害がひどい地域の断面図を調べると他の地域よりも10mほど低くなっていることが分かった。他の班も土地が低くなっているという内容について記述していたため、自分たちの予想した考えは妥当であると考えた。また、他の班の考察を共有することで、その地域は後背低地という水はけが悪い土地であり、2つの川の合流点なので堤防が低くなっていることが水害のリスクが高い要因と考えられることが分かった。さらに、川の近くでも標高が高い場所では水害が起こりにくいことが他の班の考察から分かった。このように、複数の条件が重なると水害が起こりやすいということが考えられる。

図10 生徒の「考察・推論」における記述の変容(実線・破線は筆者)

かえった(図10の実線部)。さらに、予想したことについて、自身の調査では調べることができなかった点について、他の班の考察・推論の共有をすることで、自身の予想を見直し、考察・推論を再構築する様子が見られた(図10の破線部)。

これらのことから、他者との共有により新たな視点を得ることで思考の振り返りを充実させ、考察・推論を深めることができたと思えられる。

(3) 「デジタル探究ノート」の有用性

「結果の処理」「考察・推論」の場面において、他者との共有を円滑にして思考の振り返りを充実させることを意図して、「デジタル探究ノート」を活用した。「デジタル探究ノート」は、観察・実験における結果や考察・推論などの情報をテキストや画像などにデジタル化することで、投稿機能を活用する際、「デジタル探究ノート」から自分自身の情報をコピーしてMicrosoft Teamsなどの共有媒体へ貼り付けることで情報の移動を瞬時に行うことができ、他者との共有を円滑にすることにつながった。さらに、考察・推論の箇条書きやキーワードを入力し、その内容を蓄積しながら、自身の思考を振り返り整理することを促し、生徒が円滑に考察・推論を構築することを意図した。入力して蓄積した内容を並び替えたり、新たに入力した内容と組み合わせたりするなど、考察・推論を整理している生徒の様子が見られた。生徒からは「考察をしやすくなった」といった声があり、考察・推論を深めることにつながったと考えられる。

「日本の自然環境」の単位においては、地形の特徴について図を使って整理し「考察・推論」において調査結果を振り返りやすくすることをねらいとして、調査結果をスライドにまとめ「デジタル探究ノート」とした。調査結果をまとめる際、文章では説明が困難な部分については、画面をキャプチャした画像や矢印などの図形を挿入してまとめている様子がうかがえた。生徒からは「スライドは画像や図形を使うことができるため、調査結果をまとめやすかった」「図にまとめることで、考察をしやすかった」といった声があった。

指導者からは「クラウドに保存することで生徒の入力した考察・推論を容易に確認することができ、生徒の考察・推論に対してフィードバックしやすくなった」という声があり、指導者が生徒の学習進度を容易に把握することができ、個別最適な学習につながることが示唆された。

(4) 主体的な思考の振り返りを促す道しるべとしてのルーブリックの有用性

主体的な思考の振り返りを促す道しるべとして、ルーブリックの達成基準を活用し、「考察・推論」に取り組んだ。2学期の実証授業の「考察・推論」では、ルーブリックの達成基準を基に主体的に考察・推論の記述を進めている生徒の様子やA評価を目指すことで考察を深めることができた生徒が見られた(図11)。

ルーブリックがあることで、考察するときに、評価がAになるように文章をまとめようと思えるため、これまでより深い考察ができてよいと思った。

図11 授業における生徒の感想

このことから、生徒がルーブリックの有用性を実感しながら「考察・推論」に取り組むことで、思考の振り返りを充実させることにつながったのではないかと考えられる。また、指導者からは「2学期の実証授業では、生徒の『考察・推論』に対する取組がより主体的になった」「生徒の考察・推論が深まったことを実感した」といった声があった。ルーブリックによって主体的な思考の振り返りを促すことは、思考を整理して再構築することにつながったと考えられる。

3 生徒の意識の変容

実証授業後には、研究協力校の生徒を対象に第2回質問紙調査を実施した。調査した結果の一部を11ページの図12に、自由記述の一部を11ページの図13に示した。図12の①と②の設問について、「当てはまる」と回答した生徒が事前の質問紙調査より増加し、肯定的な回答も増加した。また、生徒の自由記述には「端末を使うことで、自分のペースで繰り返し確認することができ、考えを深めること

ができた」といった回答があり、「デジタル探究ノート」の2段階の考察やルーブリックの達成基準によって、主体的な思考の振り返りが促されたことがうかがえた。さらに、図12の③の設問については「当てはまる」と回答した生徒が増加し、肯定的な回答も増加しているだけでなく、「当てはまらない」と回答した生徒が減少した。この結果から、「考察・推論」の過程において思考を整理して再構築する力が育成されたことがうかがえた。事後の質問紙調査の自由記述において、「実際に行くことができない場所について調べることがよかった」という回答があり、「シミュレーションによる測定・疑似体験」としてのICTの効果がうかがえた。一方で「端末の操作についていけなかった」「テキストの入力に時間がかかった」など、ICTの活用における不便さを感じている回答もあったことから、今後、ICT機器を活用する機会を増やし、ICTを活用した授業に生徒が順応していく必要性がうかがえた。

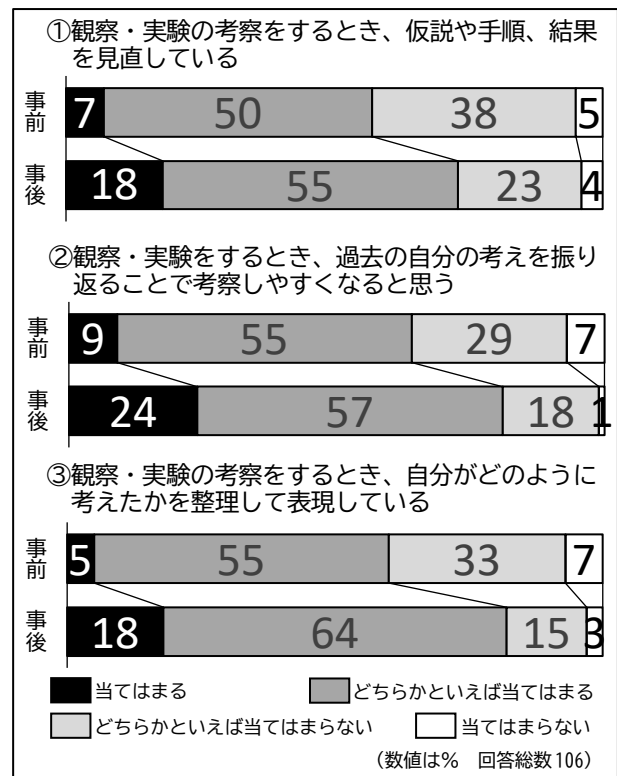


図12 生徒質問紙調査の結果

- ・手元で端末を使用できることで、繰り返し確認したい部分に自分のペースで戻ることができ、これまでより考えを深めることができた。
- ・投稿された結果や考察を何度も確認できたことで、考察しやすくなった。
- ・手元に端末があることで、より早く情報(実験結果・考察)の共有をすることができてよかった。
- ・一度にたくさんの人の考えを共有でき、自分の考察と比較することで、考えを深めることができた。
- ・他の人が何をしているかをリアルタイムで知ることができてよかった。

図13 生徒質問紙調査におけるICTの活用に関する自由記述(一部)

4 指導者の意識の変容

実証授業後の指導者からの聞き取りでは、「多くの生徒が実践前と比べて、より主体的に考察・推論を記述できるようになった」「他者との共有による思考の振り返りによって2回目の考察を考え直すことで、生徒は学習課題に対する結論に至ることができた」という声があった。指導者は本研究に取り組んだことによる生徒の変容を実感したことから、取組の有用性を認識していることが分かった。また、「生徒が他の生徒や他の班についての結果や考察を何度も確認することができたことは、考察を深めることにつながった」「投稿機能を使うことによって投稿された結果や考察・推論は蓄積されるため、単元を越えた既習事項の振り返りに活用することができた」という声があった。ICTを活用した他者との共有に関しては、その効果を強く実感していることがうかがえた。

「ICTの活用にあたって、効果的に活用するうえでの知識やスキルを指導者が習得しておくことの必要性を感じた」といった課題の声もあった。その他の指導者からの聞き取り調査を図14にまとめた。

- ・指導者が意図して生徒自身に思考の振り返りを促すことの必要性を、改めて認識することができた。
- ・他者の結果や考察をすぐに参照できることは、時間を有効に使うことにつながり、学習活動を充実させることができた。このことは、理科の授業における様々な場面で活用ができると期待している。
- ・従来の授業では実現できなかった場面に、シミュレーションのようなICT活用をすることで、生徒の学習意欲の向上や主体的に取り組む姿勢をうかがうことができ、深い学びにつながった。

図14 実証授業後の指導者からの聞き取り調査(一部)

Ⅶ 研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

- (1) ルーブリックの達成基準を道しるべとして示すことで、仮説に立ち返ることや手順を見直すことなどの思考の振り返りについて、生徒の主体的な取組が促された。
- (2) 効果的なICTの活用による「デジタル探究ノート」の利点を生かして、観察・実験における結果や考察・推論などの情報について他者との共有を円滑にすることで、思考の振り返りが充実し、思考を整理して再構築する力の育成につなげることができた。
- (3) 地学分野での探究の過程を通じた学習活動において、正確な測定やシミュレーションなどの効果的なICTの活用は、身近でありながら机上に収まらない事物・現象の理解を促し、思考の振り返りの充実につながった。

2 今後の課題

- (1) 本研究では、主に探究の過程を通じた学習活動の「結果の処理」「考察・推論」の場面で他者との共有を図り、思考の振り返りを促した。今後は、他の過程において思考の振り返りを充実させ、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指した取組の充実を図る必要がある。
- (2) 本研究は、高等学校理科における確かな学力の向上のため、思考の振り返りを重視した授業づくりに取り組むことで、思考を整理し再構築して「考察・推論」を深めることができた。今後は、思考力、判断力、表現力等の育成を図る観点から、「検証計画の立案」の場面で発表や討論により考えを深めることや、「表現・伝達」の場面で発表や討論により知識・理解の定着を図ることが大切である。また、これらの場面に適したICTの活用方法を研究する必要がある。

文

献

- 1) 文部科学省「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編」、平成31年(2019年)
 - 2) 文部科学省「高等学校学習指導要領(平成30年告示)」、平成30年(2018年)
 - 3) 文部科学省中央教育審議会「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)」、令和3年(2021年)
- 滋賀県総合教育センター「科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指した高等学校理科の授業改善」、平成31年(2019年)
- 滋賀県総合教育センター「科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指した高等学校理科の授業改善Ⅱ」、令和2年(2020年)
- 滋賀県総合教育センター「科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指した高等学校理科の授業改善Ⅲ」、令和3年(2021年)

トータルアドバイザー

国立大学法人滋賀大学大学院教育学研究科教授

藤岡 達也

専門委員

滋賀県教育委員会事務局高校教育課指導主事

河原 真

研究委員

滋賀県立八幡高等学校教諭

吉田 壮志

滋賀県立水口高等学校教諭

伊藤 博俊

研究協力校

滋賀県立八幡高等学校

滋賀県立水口高等学校