

I はじめに

令和3年1月に中教審から目指すべき新しい時代の学校教育の姿として「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」が提言された。AI技術が高度に発達する Society 5.0 時代にこそ様々な場面でリアルな体験を通じて学ぶことの重要性もより一層高まっていくといえる。

個に応じた指導の充実として、学習履歴や思考過程を可視化することで、個が既習と未習を接続し、個と他者の学びを適切に接続する学習方法や学習形態を生徒と共有し、個が自らの状態を把握し、自己調整しながら学び続けることができるよう教師の支援の在り方が問われていると考える。

また、協働的な学びには、未来に向かって、他者を価値ある存在として認め、持続可能な社会の創り手となっていくためには、個がこれまで以上に学習課題を自分事と捉え、他者の学びも自らの学びとして吸収しながら学び続けていく姿が重要であると捉える。そのためには、主体的で能動的な探究的学びのサイクルを繰り返すことを大切にすべきであると考えます。

これまでに生徒は、理科の見方や考え方を選択したり、探究の方法そのものを構想したりするような活動、更には教師からの即時的なフィードバックを生かして自ら学びを創り上げる必然性を感得し、解決に向けて粘り強く取組む力が備わってきたと考える。しかし、自分や他者の探究の検証が不十分であったり、事象の価値を十分に見いだせず結論を出してしまったりする生徒も見られた。

そこで本次研究では、思考過程の可視化を、ワークシートの工夫、交流形態、ICT機器の活用を通じて行う。個が既習と未習を分類し、ラベル化したものをつなぎ合わせることも重要であると考えます。個が自ら紡ぐことで自分や他者の思考のプロセスを明確に捉えることができるようになり、知の統合やネットワーク化が進み、より深い学びにつながりやすくなるのではないかと考える。また、このような工夫は教師だけが練るものではなく、生徒が自ら生み出すことで一層高まっていくと考える。思考過程の可視化が図れるように、探究の構想やワークシート、学習形態など生徒がより既習と未習をつなぎ、自己と他者をつなぎそのような探究の在り方を模索していくことを期待する。

また、理科の学びの中で個が既習と未習、自己と他者を意識的につなぎ合わせ、解決に向かう姿を生み出すには、思考過程の可視化や工夫だけでできるものではなく、大きく心が揺さぶられ、解決したいという欲求を高めることも重要である。そのような学習課題の解決に向けて、批判的に取り組む場面として、事象に対し批判的に捉え検証する姿、自身の探究や他者の探究を批判的に捉え検証する姿などが想定される。また、創造的に取り組む場面として、解決に向けて探究の構想を練り上げる姿、事象の価値を見極め新たな価値を築き上げていく場面などが想定される。学習課題に対し批判的に取り組む場面や創造的に取り組む場面を明確にし、意図的に設定していくことで、『『自他』の往還』につながっていくと考える。

以上のように、個や他者の思考過程を可視化し、つなぎ合わせることで、学習課題に対し、批判的、創造的に取り組む場を設定していくことで、『『自他』を往還し、批判的・創造的に学ぶ生徒の育成』につながっていくと捉え、今年度の研究を進めていく。

II 理科における研究目標2の実現に向けた取組

研究目標2：各教科・領域において、既習と未習、自己と他者の考えを意識的につなぎ合わせながら解決へ向かう授業のあり方を考え、実践する。

理科における研究目標2の実現に向けた具体的な手立て

研究目標2の実現に向けた具体的な手立てとして、以下の四つについて実践を行うものとする。

- (1) 事象と個、個と他者の学びのつながりを可視化する工夫
- (2) 事象や思考過程を吟味し、創造的解決に向かう学習形態（交換ジグソー法）の活用
- (3) 「情報付箋」、「疑問付箋」を活用した、情報と思考過程の可視化
- (4) 付箋機能アプリケーションを活用した、他者の情報と思考過程の整理

(1) 事象と個、個と他者の学びのつながりを可視化する工夫

昨年度から個が自らの探究のプロセスを的確に表現し、振り返りを進めるため、更には教師がその様子を的確に見取り、フィードバックするために、キーワード記述を活用した1枚ポートフォリオを活用している。この取組によって、生徒が探究の前と後で自分がどう深まったかなど自身の変容に気付くことができるだけでなく、よりよい振り返りの在り方について生徒自身が議論するようになり、上級生が下級生によりよい振り返り方を紹介したりとワークシートが生徒の学びに機能している姿を捉えることができた。

ここまで単元を貫く課題と学習課題、分散課題と状況に応じた課題の設定と活用を生徒が進めてきたが、解決への必然性を明確に捉えるには、特に分散課題のような個別探究やグループ探究の場において、他者の学びをより自らの学びに変え、批判的・創造的に捉えることが重要である。そこで今年度は、以下の点を盛り込みながら、自身の学びと他者の学びをより深く捉えることができるようにする。

①キーワード記述について

生徒はここまで関連のある理科の知識や理科の見方や考え方を挙げていた。しかし、振り返りに追記するキーワードの検証は個によって差が見られた。追記したキーワードを交流する場を設定し、よりよい振り返りにつなげていく活動を行い、思考過程を明示できるように工夫を行う。

②他者の学びをよりよく生かすために

(2)に記しているが、交換実験法のように他者の探究を検証したり、検証の方法を新たに創造したりする学習形態の場合、他者の探究も整理し、自分の探究に機能させる必要がある。他者の思考過程を明らかにし、自らの探究と統合したり、問題点を明確にしたりなど、「『自我』の往還」の場として機能するように活用する。

探究の足跡

単元を貫く課題: 学習者の思考がどのようになっているかを明らかにする No.1

単元を貫く課題を設定し、記入する

学習課題を設定し、記入する

《キーワード記入について》
 学習課題の解決に向けて、理科の見方や考え方を、既習をキーワードとして列挙
 検証前: (黒で記載)
 解決に必要なこと、関係しそうなこと、解決したいこと、现阶段の疑問をキーワードとして列挙。
 検証後: (赤で記載)
 検証前に追加して、必要だったこと、関係が深いことなどをキーワードで列挙

《振り返りの記入について》
 振り返りには、活用した見方・考え方、検証の方法が適切であったか、さらにどのようなことを解決する必要があるか、自分自身の学びの姿を記載。

図 活用するワークシート「探究の足跡II」

(2) 事象や思考過程を吟味し、創造的に解決に向かう学習形態（交換ジグソー法）の活用

本校生徒の理科の学びにおける実態として、多くの生徒が、自身の探究に粘り強く取り組み、解決しようとしている状況であり、探究の振り返りを生かして再検証し、解決に向けて粘り強く取り組む姿が見られる。一方で、他者の探究を自分の探究として機能させ、解決しようとする姿勢は、十分とは言えない。特にジグソー学習のような分散課題を解決したものを、互いに統合し、解決に向けて考えていくような探究の場合、他者の思考過程を十分に捉えることができないため、解決に向けて考えることができない生徒も見られた。

従って、個の思考過程と他者の思考過程を批判的に捉える活動、創造的に探究を修正していく思考過程を重視する活動の双方を意図的に設定する必要があると考え、交換実験法をベースにした学習形態を活用することを考えた。

下図はジグソー的な学習における修正案であり、他の探究場面全てにおいて適用されるわけではない。しかし、探究的な学習の基礎を培う特に1年生では、このような型にはめた学習形態で批判的、創造的に探究を進めることで、学びを深めることができる点を実感しながら、必要感をもって学ぶことができるようになっていくと考える。

2年生、3年生への学びに進むにつれ、これまで培った学習形態なども自分の方略として生かしながら、事象の解決に向けて個や集団で探究の構想を進めていくことができるようになっていくことが好ましい。よって、2年生や3年生では、生徒が学習課題に対し、個が適切に集団に働きかけ、結論に至るまでの方略全体を見通すことができるように、教師と探究の構想を共有する過程を大切にする。

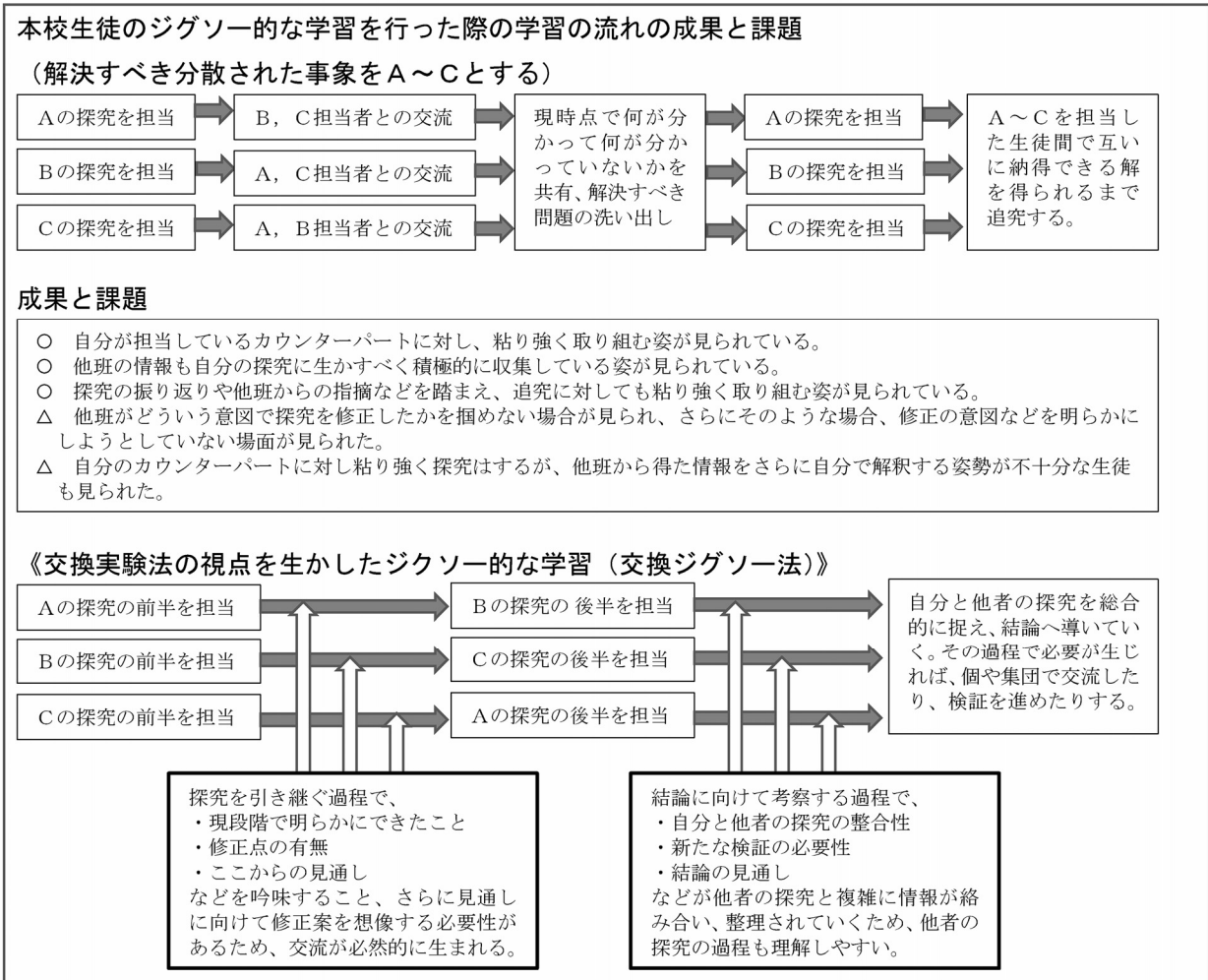


図 本校生徒の実態を踏まえた交換ジグソー法について

(3) 「情報付箋」、「疑問付箋」を活用した、情報と思考過程の可視化

特に1年生の理科の学びでは、探究の進め方を身に付け、見通しや振り返りを重視しながら、探究を進めることができるように、右図のような探究のプロセスを例に実践を進めている。

この探究のサイクルにおいて、生徒が仮説や検証方法を生み出す際、さらには検証の結果から考察する際に、解決に向けて関連があると考え、自分がわかっている情報（知識や課題解決のための方略）と自分にとって現在は未知の情報（解決に向けて未知となっている知りたい情報）を自覚し、表現したり、整理したりする活動は、思考過程の可視化につながり、学びを深めるうえで有用に機能すると考える。

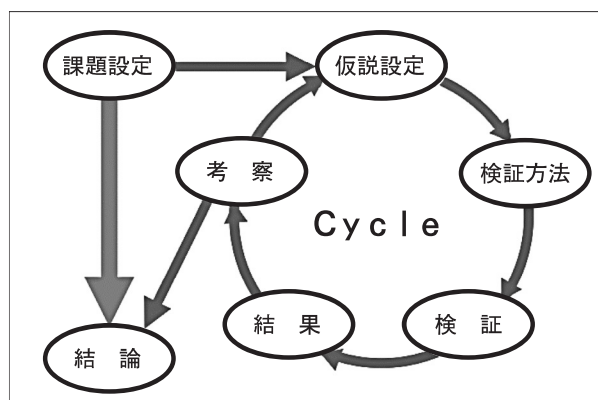


図 探究のプロセスの例

従って、以下に示す2種類の付箋を活用し、生徒の思考過程の可視化を通じた整理につなげる。

「情報付箋」として、学習課題に関係して既に知っている情報や探究を進める中で得た情報を整理する。「情報付箋」は、文字情報だけではなく、モデル図や式、簡略化されたグラフ、実験の模式図など、広く情報と捉え、解決の補助として機能するように活用することを促す。

「疑問付箋」は、探究を見通し、解決に必要そうだが、よくわかっていない情報や振り返りを通して、浮上した新たな疑問を情報として整理するように伝え、検証や再検証に機能させることができるように用いる。

これら2種類の付箋を自ら書きだすことで、解決に向けて必要な情報を意識しながら見通しをもって探究を進めることができるようになる上で有用に機能することが期待できる。

また、付箋は書き直したり、貼り直したりすることが容易であるというメリットを活用し、個が書き出した「情報付箋」や「疑問付箋」を並べたり、矢印で結ぶような利用の場を設定する。このような場の設定によって、思考過程の可視化が進み、自身の探究が適切か、修正点はどこかなど明らかになってくる。その結果、個が自己の考えを適切につなぎ合わせ、解決に向けた思考や行動に移すことができるようになると思う。

(4) 付箋機能アプリケーションを活用した、他者の情報と思考過程の整理

個が探究を進めている過程で、他者と交流する目的や時間は様々であり、一応ではない。ある程度、検証した結果を振り返り、結論の輪郭が見えて、交流を望んでも他者はまだその段階ではない時もある。

他者の探究のプロセスや明らかになった情報を必要に応じて交流するための支援として、付箋機能アプリケーション（以下、付箋アプリ）を用いる。付箋アプリでいつでも自由に自分の結果や考えを発信できるようにする。付箋アプリを活用すれば、生徒間で発信した情報を互いに確認することができ、個と他者が互いの結果や考えと比較しながら整理することができる。さらに、誰がどのような発信をしたのかがわかるため、詳しく情報を知りたい場合には直接発信者のもとを訪れるというような自発的な交流も期待できる。

さらに付箋アプリ内で付箋を移動、グループ化、ラベル付ができるため、構造的に情報や思考過程を捉えることができるようになる。このような活用を促すことで自己と他者の情報や思考過程を適切につなぎ合わせ、学習課題の解決や、学びの深化に至ることができるようにすることを手立てとする。

Ⅲ 実践例

1 第2学年地球領域 気象とその変化

実践例 1	題 材	【地球領域】地上専門天気図ASASを活用した気象予測
	学習課題	天気はどのように移り変わるのだろうか
	(1) 事象と個、個と他者の学びのつながりを可視化する工夫 (2) 事象や思考過程を吟味し、創造的に解決に向かう学習形態（交換ジグソー法）の活用	

(1) はじめに

毎日の天気予報を見る生徒は多いが、時間的・空間的視点で捉え、科学的に根拠をもって予報を捉える生徒は稀有と言っているかもしれない。本校生徒についても同様で、気象観測、気象予測の技術が日夜更新され正確な予報ができるようになってきていること、日々の予報でいかに必要な内容を簡潔に伝えているか見極める場を設ける必要があると考えた。導入では、気象予報の映像を見て、わかることを整理した。その時の生徒の振り返りとして、「天気図の時間ごとの移り変わる様子を視覚的に伝えている。」、「全国概況から、地域の天気を伝えている。」、「雲や霧、水蒸気の時間ごとの変化の様子を伝えている。」、「危険度の高い情報を協調して伝えている。」、更には「天気図の時間的な変化を捉えることができれば、ある程度正確な気象予測ができそうだ。」といった意見が上がった。

これらの意見から、連続した3日間の天気図を分析し、4日目の天気を予測するような学びを生徒と共有した結果、「天気はどのように移り変わるのだろうか」という学習課題に至った。

一般的に用いられる天気図は簡略化された情報となっているため、地上専門天気図（ASAS）を扱うことを進め、必要となる専門天気図の知識は事前に伝達し、全4時間の構成で実践を行った。

(2) 第1時

天気図をA～Cの3種類を提示し、それぞれ3日間の連続した天気図を用意した。この3日間の天気図を検証し、4日目の予想気圧配置を作成したものから全国概況を予報として班員に伝達するという目的を提案するとともに、交換実験法とジグソー的な学習を併用した交換ジグソー法を提示した。

A～Cの天気図の特徴としては、以下の通りである。

- A→6月初旬の梅雨入の過程がわかる天気図
- B→8月下旬の猛暑時で台風の発達過程がわかる天気図
- C→12月下旬の冬型が進む過程がわかる天気図

また、今後の探究の見通しとして、以下のように進めることを生徒と確認した。

第1時～第2時→前半グループで1日目から2日目の分析を行う。

第2時～第3時→後半グループで前半グループの分析を検証しながら、3日目の分析を行い、4日目の予想気圧配置を作成する。

第4時 →ここまでの情報を整理しながら、4日目の気象予報を後半グループで行う。

(3) 第1時～第2時

それぞれの気圧配置で生徒の誤った解釈が見られたが、他の学び手と検証する過程を重視するため、解決に結び付くようなフィードバックは避け、生徒間での気づきを重視した。一方で、読み取るための方法が不十分な様子が見られた場合は、即時的にフィードバックを行った。

Aの天気図について

- ・日本列島を横断する形で停滞前線があることから、梅雨時期であると捉える生徒が多かった。
- ・2日目から発達してきているオホーツク海気団を捉えることができていない生徒が多かった。
- ・前線直下の地域では、発達した雨雲により大雨になることを予想できていない生徒も見られた。
- ・前線型の気圧配置であることは気付いても前線にしか目がいかず、日本海にかかる移動性高気圧の様子から移動性高気圧型の気圧配置にもなっていることを捉えていない生徒がほとんどであった。

Bの天気図について

- ・南シナ海にある台風がほとんど停滞している中、東に移動し熱帯低気圧に変化したと誤った解釈をしている生徒が多数見られた。(実際は、西に抜け、本体は地図外に移動し等圧線のみが残っていた。東にあったのは新たに北上した熱帯低気圧)
- ・クジラの尾が大きく発達していることから、夏型と考えた生徒がほとんどだが台風の移動進路を誤って捉えた生徒は、春と夏の判断ができずにいた。

Cの天気図について

- ・気圧の谷型から冬型に移行する様子、2日目からは暴風雪となる気圧配置を捉えることができていた。
- ・初冬期か厳冬期で悩んでいた生徒が多かった。

(4) 第3時～第4時

前時までで、深く悩んだ結果、後半の担当者へ検証内容を引き継ぐ段階で、何がわかって何がわからなかったか、明確に伝えることができていた。また、教師に頼らず自分たちで解決したいという欲求が強く、わからないことを過去のワークシートを活用し、既存の知識を整理し直すなどして、時に手が止まったりしながらも深く考える様子が見られた。足りていない情報があり、生徒だけの解決が難しい場合は教師からフィードバックは行ったが、ほとんどの問題は生徒の中で解決することができた。

Aの天気図について

前線直下の地域は雲が発達し続けることから天気を予測し、前線直下の地域の様子を推察できた。
移動性高気圧は、移動の方向と速度を視野に周辺地域の気象予測を捉えることができた。
前線の発達期の特徴から梅雨時期と捉えることができていた。

Bの天気図について

3日目の天気図からも多くのグループで台風の移動について誤っていることを指摘できた。
さらにつなげて、夏型が猛威を奮っている気圧配置であることに気付き、8月と時期まで予想できた。
台風の周囲に形成される停滞前線まで正確に予測できていた。
緯度と台風の速度から、4日目のおおよその台風の位置、暴風域の予測を行うことができた。

Cの天気図について

シベリア高気圧、アリューシャン低気圧の勢力の変化から12月と時期を予測できた。
アリューシャン低気圧の前線の位置を予測し、道東の気象の変化を正確に予測できていた。

(5) 生徒の振り返りから

生徒の振り返りを学級で共有した結果、互いに批判的に検証したことで、自分事と捉え、学びが深まったと記述する生徒、今までの理科の授業の中で一番面白かった、今までの授業の中で最も疲れた、などの記述が見られた。探究の足跡Ⅱにもそれが明確に記されていたことから、他者の探究を自分事として批判的に捉える学習活動、批判的に捉えた内容から創造的に気象予測につなげる学習活動が有用に機能したこと、更には気象を身近なものとして捉え、新たな価値を見いだしていくことができていたと考える。

2 第2学年 エネルギー領域 電流と磁界

実践例 2	題材	【エネルギー領域】モーターのしくみ
	学習課題	電気ブランコはどのようなしくみで動くのだろうか
	(3) 「情報付箋」、「疑問付箋」を活用した、情報と思考過程の可視化	

「モーターはどのようなしくみで回転しているのか」という小単元を貫く課題を設定し、磁石の磁界やコイルの周りの磁界について探究を進めた。

第1時～第2時ではじめにモーターを分解し、主に磁石とコイルでできていることを確認した。磁石が入っていることから磁界に注目し、方位磁針を使って、磁石の磁界と導電やコイルの周りの磁界の向きを調べた。生徒はそれぞれの結果を「情報付箋」に磁力線を用いて図で表現していた。その後、付箋に書いた図を比較し、磁石の磁界とコイルの周りの磁界の共通点や電流と磁界の向きとの関係性について

気付いたことをワークシートに付箋を貼りながらまとめる姿が見られた。

第3時～第4時では、運動と力に注目し、磁石の磁界とコイルの周りの磁界によって力がはたらく現象として電気ブランコを提示した。はじめ、生徒は磁石の向きやコイルに流れる電流の向きを変えながら、コイルが動く向きとの関係を「情報付箋」に書き込み、規則性を明らかにしていった。その中で、なぜ磁石の向きや電流の向きを変えるとコイルが動く向きが変わるのかという疑問から、U字型磁石やコイルの周りの磁界の向きを方位磁針で調べ、「情報付箋」にまとめていた。さらに考察を進める段階で、過去に自分で記入した「情報付箋」と比較し、どう活用できそうか見比べながら吟味している姿があった。中には、磁石の磁界の向きとコイルの周りの磁界の向きを結び付け、コイルにも磁極があるのではないかと考えたり、さらに磁石の磁極との関係からコイルにはたらく力の正体は磁力なのではないかと考えたりしていた。これらの生徒の様子から、磁界の向きや磁極などの既習を電気ブランコという未習の事象と結び付けながら、その原理を明らかにしていった姿であると考えられる。ただ、この実践の中で生徒の中で生まれる疑問が課題設定に関わる部分であったため、「疑問付箋」への記入はあまり見られなかった。

3 第1学年 地球領域 地層のでき方

実践例 3	題材	【地球領域】札幌市の地質調査資料の活用
	学習課題	北区・あいの里周辺はどのような土地だろうか
	(4) 付箋機能アプリケーションを活用した、他者の情報と思考過程の整理	

「北区・あいの里周辺はどのような土地だろうか」という課題のもと、北区の地震防災マップ（震度分布図、液状化危険度図、家屋全壊率図）と札幌市の柱状図を用い、資料の読取を行った。付箋アプリのページを①震度分布図、②液状化危険度図、③家屋全壊率図、④その他に分けて、2つの資料を比較して気付いたことを個々に書き込んでいくようにした。生徒は、複数地点を比較しながら地層の重なり方に注目し、その特徴をまとめていた。それぞれのページでは、生徒同士で近い地点のものを集めて内容を確認し、自分の考えと整合性があるかどうか確認していた。また、整合性が合わない場合には直接集まり、その考えの根拠を聞き、議論する姿も見られた。疑問についてもいくつか書き込まれたが、それぞれに対し、他の生徒から回答があり、交流を経て解決に向かうことができたと考える。中には、北区だけでは判断がつかないと他の区の地震防災マップと柱状図を調べ、より根拠を求めて探究を進める生徒もいた。このように、生徒が自由に情報を発信し、他の生徒の情報を見られる環境を整えることによって、自他の考えをつなぎ合わせながら情報を吟味し、課題解決に向けた目的意識をもって交流を行うことができると考える。

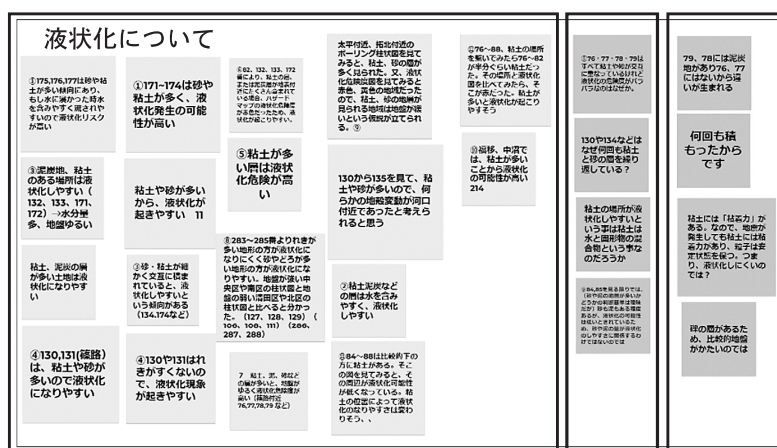


図 生徒が交流に使った付箋アプリの様子

IV 授業実践を通して見えてきたこと

探究の足跡Ⅱの活用を進めていくと3学年段階では、多くの生徒が自在に目的に沿った形で自らの探究や他者の探究を書き表し、振り返りを通して、批判的・創造的に捉えることができるようになってきただけでなく、生徒が探究の足跡Ⅱの価値を認め、後輩に有効な活用について伝達するまでに高まったのは大きな成果といえる。一方で、探究の足跡Ⅱの定着までには相応の時間を要するため、粘り強くフィードバックしていく必要がある。

交換ジグソー法を用いると、自身や他者の学びに対して批判的に検証を進める場面、天気図を読み解き今後の変化を考察する、他者にもわかりやすい徽章用法の在り方を考え実践するなど創造的に解釈したり、表現したりする場面と、学習場面を区別化できるため、自己や他者の探究の成果や課題が明確化し、解決すべき問題を抽出しやすいといえる。しかし、検証過程が複雑・多様化すること、生徒自身に問題を気付かせる過程を重視することから、探究を行うための十分な時間の確保が必要であるといえる。「情報付箋」、「疑問付箋」を活用した、情報と思考過程の可視化では、ワークシートとは別に付箋を用いることで、生徒は内容ごとにまとめたり、知識と自分の考えを分けて記入したりするなどの工夫する姿が見られた。また、それらを組み合わせながら自分の思考を整理し、探究を組み立てている様子も見られた。付箋の記入内容を見ると図で表す生徒が多く、頭に浮かんだイメージをそのまま表現できることもメリットであると感じた。一方で、「疑問付箋」については、探究の過程の中においてどこに生徒の疑問が生まれてくるかの教師側の想定がなければ活用の機会は乏しく、生徒が探究を振り返る必要性を感じるような授業の展開を考える必要があると感じた。

付箋アプリを活用した、他者の情報と思考過程の整理については、主に考察の場面で用いることにより、互いの考え方を比較し目的をもった交流が生まれやすいことがわかった。また、わからないことや困りを発信しやすく、互いの探究を補足し合いながら課題解決に向かうことができると考える。一方で、情報や考えが多岐にわたって出てくるようなものでないと、交流の必然性が生まれず活用の効果は期待できないと感じる。また、広がったものをどう整理し、活用するものとして精査していくかの見通しをもって行う必要がある。

V 参考文献

- ・中央教育審議会（2021）「学習指導要領の主旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」
- ・奈須 正裕（2021）『個別最適な学びと協働的な学び』東洋館出版
- ・奈須 正裕（2017）『資質・能力と学びのメカニズム』東洋館出版
- ・奈須 正裕他（2021）『T-navi Edu Vol.11』光文書院