

[理 科]

「主体的・対話的で深い学び」の実現

－ホワイトボードを活用し「思考の可視化」を行った理科の授業実践を通して－

永井 哲*

1 はじめに

今、我々がかつてない大きな社会の変革期に遭遇している。これまでは、狩猟社会 (Society1.0)、農耕社会 (Society2.0)、工業社会 (Society3.0) を経て、現代の情報社会 (Society4.0) と、生産手段と社会構造の飛躍的な変化を経て、社会を発展させてきた。その中で社会が求めた人材像は、大量の知識を暗記し、間違えないように再生することが重要視されていた。そのため、各学校での授業は一斉的で画一的であり、教師からの情報受信が中心となる「受け身の授業」が中心に行われていた。しかし今、次の「超スマート社会」(Society5.0) の到来が目の前である。「超スマート社会」は、人工知能 (AI)、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが「非連続的」と言えるほど劇的に変わることが示唆されている⁶⁾。IoTで全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出し、課題や困難を克服できる。また、AIにより、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されるとされている⁶⁾。そのため、社会が求める人材像は、1つ1つの事実に知識を暗記し再生するよりも、それらの知識を実際の生活の場面や問題解決の場面において活用できる汎用的能力をもつことが重要視するように変化している。そのような人物を育成するためにも授業も他者と協働しつつ、自ら考え抜く自立した学びへの変革が必要である。

OECDでも、21世紀の社会に求められる人材の変化に合わせ、授業の在り方も変わっていく必要があるとしている^{2), 3)}。その中で、「実社会への応用」、「実践的な体験活動」、「生徒間の相互意見交換」、「探求活動」の4つの教授法をこれまで以上に時間をかけて行う必要があるとしている。この4つの教授法の中で特に「生徒間の相互意見交換」、「探究活動」の授業を展開することがよいと言われている^{2), 3)}。児童生徒が他者と共に学び合う協同型の授業、児童生徒が自ら主体的に学ぶ探究型の授業を具現することが必要になる。言わば、受け身で個別な授業を探究で共同的な授業に変えていくイメージを持つことが大切であるとされている^{2), 3)}。

「生徒間の相互意見交換」を行うには「思考の可視化」が有効と言われている³⁾。「思考の可視化」としてホワイトボードを活用すると、書いたり消したり、移動させたりすることがしやすく、「情報の操作化」が容易である。さらに、「情報の操作化」することで互いの考えを比較・分類、関連付けたりしやすく、互いの考えがはっきり伝え合うことがしやすい。このため、「思考の可視化」としてホワイトボードを活用することが「生徒間の相互意見交換」や「情報の操作化」をしやすくし、学習意欲を高めると言われている³⁾。

また、「探求活動」を行うには、課題の設定→情報の収集→整理・分析→まとめ・表現が大切と言われている^{3), 4)}。この4つのプロセスの中でも難易度が高いものとされているのが、「課題の設定」と「整理・分析」の授業場面である。しかし、この2つの場面でも「思考の可視化」が有効である。「思考の可視化」を使うことで、感じたことを仲間分けしたり、言葉を可視化して関連付けたり抽象化しやすく、子供たちが主体的に学習活動に取り組み、自らの課題を明らかにしたり、収集した情報を比較、分類、関連付けて整理・分析したりすることができる^{3), 4)}。

さらに、深い学びである知識と知識の関連付けや汎用性の高い知識にする上でも、「思考の可視化」が有効である³⁾。「思考の可視化」により体験を通して感じたことを「整理・分析」することで生徒が主体的に課題を設定することができる。「思考の可視化」が主体的・対話的な深い学びへの授業を変える有効な手段となる。

*上越市立吉川中学校

2 研究の目的

これからの「超スマート社会」が求める人材を育成するためには「主体的・対話的で深い学び」の実現が必要であり、我々は授業改善に取り組むことが必要である。また勤務校では、平成29・30年度新潟県中学校教育研究会から学校保健領域の研究指定を受け、研究主題として「自他を大切にできる生徒の育成を目指した健康教育の在り方～がん教育を取り入れた「いのちの大切さ」を学ぶ活動を通して～」を掲げ、研究に取り組んでいる。この研究を進める上で、様々な体験的な活動や学習を通して「いのちの大切さ」を実感させることを大切にしている。そのためには、様々な体験や学習を通して感じたことを生徒一人一人が自分の考えをもち、その考えを互いに交流したり共感したりして「いのちの大切さ」に対する感覚を磨いていく必要がある。「思考の可視化」は当事者意識を高め、有効な手法である。

これらを踏まえ、勤務校では、昨年度より「自ら考え、共に思考を深め合う生徒の育成～思考過程の可視化を取り入れた「学び合う授業」を通して～」を研究主題として「思考の可視化」に取り組んでいる。そこで、自ら担当する理科の教科で「思考の可視化」について実践し、有効性を検証するべく、本研究を行うことにした。

3 研究の方法

- (1) 対象者 筆者が担当した平成29年度1・2年生 (1学年51名 2学年31名 計82名)
平成30年度2・3学年 (2学年51名 3学年31名 計82名)

(2) 研究方法

理科の授業内でホワイトボード(以下WBと略す)を活用して「思考の可視化」を行う。そして、生徒のアンケート結果からWBの活用が学習に対する有効であるかを考察する。

4 研究の準備

(1) 思考の可視化に向けた環境整備

これまでの自校の班編制は1班の人数が5人または6人編制であった。しかし、「思考の可視化」をする上でWBを活用して話し合うには、5・6人では聞いているだけの生徒が出てしまうことが多く、話し合いが活発化しにくい。そこで、各学級の班編制を4人または3人とするようにした。最大人数が平成30年度3年生の31名であり、最大8班体制となる。さらに、WBとマーカー3色を8班分、理科室に準備した。

(2) 思考ツール活用研修への参加

以前に上越市学校教育研究会理科部会で紹介された「ホワイトボードミーティング」⁷⁾は学活や総合的な学習の時間において、話し合い活動に対して有効であると感じ活用していた。しかし、教科の中でWBを使用する場面はイメージすることができず、利用頻度が少なかった。そんな時、「思考ツール」が教科の授業において「思考の視覚化」に有効であると知った^{1), 3)}。さらに、上越教育大学学校教育実践センター主催の「黒上晴夫先生のシンキングツール活用セミナー」(平成29年7月開講)に参加した。この研修の中で「思考ツールは計算用紙のようなもの」「思考スキルが各教科のつながりを生む」など、より具体的に思考ツールを活用する有効性をつかむことができた。研修資料に掲載されていた各思考ツールの解説を廊下に掲示し、生徒にも直接見られるようにした。これにより、生徒にも「思考ツール」が有効であり、活用しやすいものであると認識させ、教科の中で活用しやすい雰囲気をつくった。

5 理科授業の実践

平成29年度2学期から、著者が担当する全ての理科授業で「思考の可視化」を推進するため、WBを活用した授業実践を行った。次に代表的な2例を紹介する。

(1) 平成29年度1年生の実践

ア 単元名 力の世界 ～圧力～

イ 単元の目標

圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いださせる。これらの事物・現象を日常生活や社会と関連づけて科学的に見る見方や考え方を養う。



図1 WBを使った話し合い(1年)

ウ 単元の実践

本単元「力の世界」は12時間で行った。その中で、「3次 圧力（4時間）」で「思考の可視化」としてWBを活用した授業実践を行った。圧力は計算問題があり、それだけで苦手イメージを持つ生徒が多い。だからこそ、圧力に対して実感を伴ったイメージを持つことが大切な単元であると考えている。

1時間目、鉛筆を両手で挟むと、当然とがった鉛筆の先が痛い。この理由を生徒に問うと、明確には答えられない。そこで、「違いが比較できる実験は？」という課題と、ペットボトルやスポンジなど実験道具を与えた。また実験タイトルを「〇〇が違くと□□。」に統一し、実験計画と予想を立てるように指示を出した。個人で考える時間を確保した後、班ごとにWBを使って話し合いをさせた。個人で考えているときは、じっと動かない生徒が多かった。しかし、班での話し合いになると、WBに書き込みながら説明を互いに始め、ペットボトルやスポンジに触れながらどの班も計画を立てていた（図1）。なかには、手のひらの痛みにこだわり、手のひらへの定規の当て方の違いを実験計画する班も見られた。その実験計画について、班長を説明役として残し、他の班員は他の班へ聞きに行く「ワールドカフェ」を行った。すると、短時間でも良く話を聞いていた。その後、自分の班に戻り、報告を行った。その中で、面積というキーワードが多くの班に広がっていった。

2時間目、実験をさせたのだが、自分たちで計画をしているので、教師が説明する必要が無く、各班が自主的に協力をして実験を行った（図2）。その結果を、WBにまとめさせ（図3）、そのWBを使って各班に発表させた。発表を聞き終えた後、個人でノートに実験から分かったことについて、「まとめ」として書かせた。机間巡視をすると、「面積が違くと沈み方が違う」と記述している生徒が多く見られた。

3時間目に、面積が小さいものほど大きく凹むことを確認した。その上で、圧力の公式や計算練習をして理解を深めた。自分たちで計画をして行った結果であるため、多くの生徒がすぐに思い出し、納得しながら圧力について理解をしている様子が多く見られた。

(2) 平成30年度3年生の実践

ア 単元名 遺伝の規則性と遺伝子～交配でできる種子の個体数の比～

イ 単元の目標

交配実験の結果などにもとづいて、親の形質が子に伝わる時の規則性を見いだす。研究成果が日常生活や社会のさまざまな分野で活用されていることについて認識を深める。

ウ 単元の実践

本単元は「生命の連続性」の1次（生物の成長と生殖）に続く、2次（遺伝の規則性と遺伝子）である。2次は全9時間で、「遺伝の規則性」と、「遺伝子やDNAに関する研究成果の活用」である。その中の「遺伝の規則性」で思考の可視化の実践を行った。

本単元は、「対立形質」「分離の法則」など新しい用語を覚えたり、アルファベットを用いて遺伝子を表し遺伝の仕組みを考えたりなど、生徒にとっては苦手意識が生じやすい単元である。そこで、メンデルが行った実験を扱い遺伝の仕組みについて教科書の図などを用いて説明を行った。その後、遺伝の規則性を実感させるため、次のようなモデル実験を行った。黄色BB弾5個・赤色BB弾5個を全て入れたフィルムケースにBB弾1個が通る穴を開け、振るとBB弾が飛び出すようにする。このフィルムケースを2つ用意し、生徒にそれぞれ振らせる。黄色BB弾は優性形質を伝える遺伝子、赤色BB弾は劣性形質を伝える遺伝子とした。振り出た2個のうち黄色BB弾は1個でも優性形質となり、赤



図2 各班が自主的に実験の実施

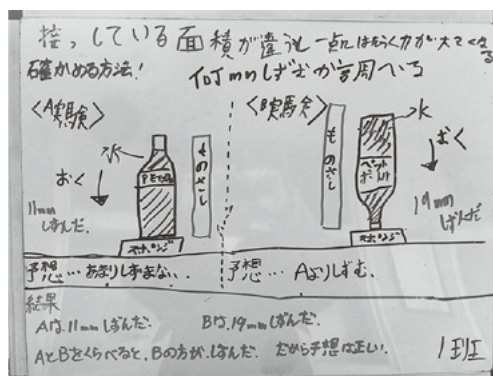


図3 実験後のホワイトボード

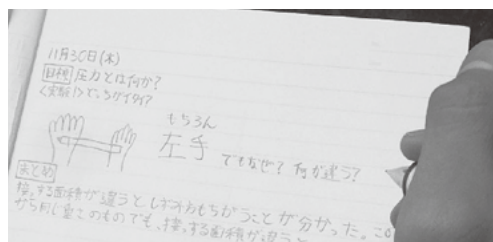


図4 生徒記述「面積が違くと沈み方が違う」

色BB弾は2個そろって初めて劣性形質となる。これを各班分用意し、クラス全体で計850回分のデータを得ることができた。すると、優性形質と劣性形質が630：220となり、2.86：1と約3：1になることを実感させた。

次の時間に検定交配の実験を上記のフィルムケースを利用して行った。フィルムケース1は上記の実験と同じく黄色BB弾5個・赤色BB弾5個であるが、フィルムケース2は赤色BB弾10個のみにし、遺伝子(Aa)と遺伝子(aa)を準備した。実験前に1人1枚のミニホワイトボードを用意し、そこに予想を書かせた。前時の復習から何となく3：1を書く生徒がいたり、遺伝子の組み合わせから2：1や1：1など書く生徒がいたりした。その後、班内で意見交換させ(図5)、さらに、自分の班だけでなく、他の班も見て回る『ギャラリーウォーク』をさせた(図6)。生徒は仲間と色々なミニホワイトボードを見て回りながら自然と会話をし、それぞれ予想を確かめていた。漠然とした予想からそれぞれの思いが生じたものへと変わっていたように感じた。

実験を始めてすぐに、「フィルムケース2は常に、赤色しか出ない。」「フィルムケース1の出る色で形質が決まる。」など、実験過程にも注目しながら実験に取り組んでいる生徒のつぶやき発言が多く聞かれた。(図7)

さらに、学級全体の実験結果では、優性形質：劣性形質=449：451=0.995：1となり、ほぼ、1：1の理想的な結果を得ることができ、生徒も納得している様子だった。その後、「交配でできる種子の個体数の比はなぜ、1：1になるのか？」を個人でのまとめとして書かせた。文章化はかなり悩んでいた。「赤色しか入っていないフィルムケース2は遺伝に影響せず、赤と黄色が同数で入っているフィルムケース1から出る色で形質が決まる。」と書いている生徒が多少見られた。また、Aとaを使って表で形質を考える表の便利さを改めて感じている生徒も見られた。

6 生徒のアンケート結果の分析

理科の授業でWBを活用した「思考の可視化」は、生徒の考えが視覚化され共有化に有効であるか確認するため、生徒を対象としたアンケート調査を実施した。その結果は以下の表1に示す。

主な実践は平成29年2学期からであり、平成29年1学期の結果は実施前と考える。また、「思考の可視化」に関わる項目は、「2 生徒同士で話し合う活動をよく行っていたと思いますか。」「3 話し合い活動を通じて、自分の考えを深めたり、広げたりすることができましたか。」とした。

「2 話し合い活動」の肯定的評価(評価4と評価3を合わせたもの)は、平成29年度の1学期と2学期で比較すると、91%→93%で微増であった。しかし、実施前と実施後として平成29年と平成30年との1学期を比較すると、91%→96%として、5%向上している。さらに、強い肯定的評価4は55%→67%と12%も大きく向上している。

「3 考えの深まり広がり」の肯定的評価は、平成29年度の1学期と2学期で比較するとどちらも87%で変化が見られない。しかし、平成29年度の2学期と平成30年1学期とを比較すると、87%→92%となり、5%向上している。さらに、強い肯定的評価4は41%→51%と10%も大きく向上している。



図5 ミニホワイトボードを使った意見交流



図6 ギャラリーウォーク



図7 検定交配の実験

表1 理科の授業評価アンケート結果 (%)

	平成29年度								平成30年度			
	1 学期				2 学期				1 学期			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1 目標	76	22	3	0	77	22	1	0	84	16	0	0
2 話し合い活動	55	36	8	1	51	42	5	1	67	29	4	0
3 考えの深まり広がり	41	46	12	1	41	46	12	1	51	41	8	0
4 「まとめ」	59	36	3	3	65	29	5	0	69	29	1	0
5 学習意欲	46	44	9	1	46	50	3	1	39	61	0	0

※4「あてはまる」 3「どちらかといえばあてはまる」 2「どちらかといえばあてはまらない」 1「あてはまらない」

※アンケート調査有効回答数 平成29年度 1学期 1学年 49名 2学年 29名 2学期 1学年 48名 2学年 30名
平成30年度 1学期 2学年 48名 3学年 27名

次に、平成29年度の1学期と2学期とで数値があまり変化しないのは、学習内容の違いによる影響もあるのではないかと考えた。そこで、「思考の可視化」実施前の平成29年度1学期と実施後の平成30年度の1学期について、学年別の比較を肯定的評価ですることとした。その結果を以下の表2に示す。

表2 理科の授業評価アンケート 1 学期 学年別 肯定的評価結果 (%)

	1 学年				2 学年				3 学年	
	平成29年度		平成30年度		平成29年度		平成30年度		平成30年度	
	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
1 目標	78	20	81	15	72	24	81	19	89	11
2 話し合い活動	65	33	77	19	38	41	65	31	70	26
3 考えの深まり広がり	39	51	77	19	45	38	44	48	63	30
4 「まとめ」	63	35	85	12	52	38	65	33	78	22
5 学習意欲	53	39	77	19	34	52	38	63	41	59

※アンケート調査有効回答数 平成29年度 1学年49名 2学年29名 平成30年度 1学年26名 2学年48名 3学年27名

「2 話し合い活動」については、「4 あてはまる」と応えた強い肯定が平成29年度より平成30年度の方が1学年65%→77%、2学年38%→65%と、どちらの学年でも増えており、向上していると言える。また、「3 考えの深まり広がり」については1学年39%→77%と、強い肯定が平成30年度の方が約2倍に向上している。1年生の1学期は主に「植物の世界」について学習をしている。平成29年度1学期は「思考の可視化」実践前であり、理科の授業でWBを使った授業実践はあまりしていなかった。しかし、平成30年度は、「単子葉類と双子葉類の比較」や「胞子に弾糸があるのはなぜか？」などWBを使い「思考の可視化」を行った。そのため、「2 話し合い活動」や「3 考えの深まり広がり」において、向上したと考える。2学年の「3 考えの深まり広がり」では、強い肯定が平成30年度の方が45%→44%とわずかに減少しているが、肯定的評価で比較すると、83%→92%と9%向上している。

次に、平成30年7月に理科の授業でのWBの活用について、生徒を対象としたアンケート調査を実施した。その結果を以下の表3に示す。

1～4はWBの活用について、5～8は仲間が書いたWBを互いに見合うギャラリーウォークについて、9～12は班での意見を他の班の生徒に説明するワールドカフェについて質問した。1～12のどの項目でも肯定的評価（評価4と評価3の合計）は80%以上を得ることができ、WBを使った学習は生徒にとって有効で、学習意欲や内容理解に貢献していると感じさせている。特に、ワールドカフェの「9 思考の広がり」や「11 学習内容の理解」では、半分以上の生徒が強い肯定的評価（評価4）を示し有効であると言える。また、自由記述では、「自分からは出てこなかった意見がたくさん出てきて面白い。」などWBの使用については好意的に捉えている記述が多く見られた（図8）。しかし、ギャラリーウォークは人の意見を見て回るだけであり、ワールドカフェに比べ、どの項目でも強い肯定は低く、ギャラリーウォークだけでは効果的でないと感じていると言える。また、WB、ギャラリーウォーク、ワールドカフェも学習意欲に対して強い肯定は40%以下であった。つまり、これらの手法だけで学習意欲を強く高めるには不十分である。

生徒自らがWBを活用して考えてみたいと思うような魅力ある課題を提示することが大切だと感じた。さらに、WBで深めた考えをじっくり個人がまとめ・振り返りする時間を大切に、WBを活用する効果を生徒に実感させる必要があると感じた。

7 成果と課題

今回改めて授業実践や分析により、WBの使用は「主体的」や「対話的」な学びには有効であることが分かった。しかし、これまで私が実践してきた授業では生徒個人によるまとめの記述をみると、学びが十分に深まったとまでは言いがたいことも分かった。新学習指導要領では、教科の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることが「深い学び」の実現につながると述べられている⁵⁾。新たな知識と知識が結びついたり、日常の場面と関連付けて得た知識を活用したりした記述まではまだ生

徒は書けていない。WBの活用は、考えが整理されたり、相手の考えが分かったりすることが中心である。まさに、思考ツールの黒上氏が述べた「思考ツールは考えを教えてくれる計算用紙のようなもの」である¹⁾。計算用紙に書かれたものをもとに、個人でじっくりと振り返り、その書いた記述を見取り深めていくことが必要であることが分かった。

実は、当校で吉川中スタンダードとして、学習の流れを示している。その中で各学習の最後に5分間のまとめ・振り返りの時間を確保するように設定している。この時間がいかに大切か改めて感じた。これからもWBを活用して「思考の可視化」を行い、主体的・対話的な学びを遂行する。その上で、5分間のまとめ・振り返りの時間を確保し、生徒に熟考させる時間を大切に授業を実践していくことが大切であることが分かった。

今後も工夫しながら継続してWBの活用をして「思考の可視化」を深め、自校の研究目標である「自ら考え、共に思考を深め合う生徒の育成」を行って行きたい。

8 参考文献

- 1) 黒上晴夫、『シンキングツール～考えることを教えたい～』、NPO法人学習創造フォーラム、2012年
- 2) 田村学『考えるってこういうことか！「思考ツール」の授業』、小学館、2013年
- 3) 田村学『こうすれば考える力がつく！中学校思考ツール』、小学館、2014年
- 4) 田村学「対話的な学びの質的向上」、『授業情報誌 Class・学び合う授業』第3号、新潟県中学校教育研究会、2017年
- 5) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 総則編』、2017年
- 6) 文部科学省『Society 5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～』、2018年
- 7) ちよんせいこ他『ファシリテーターになろう！ - 6つの技術と10のアクティビティ -』、解放出版社、2014年

表3 理科のWB活用アンケート (%)

質問項目		4	3	2	1
WB	1 使用度	51	42	7	0
	2 意見理解	59	37	4	0
	3 内容理解	58	34	7	1
	4 学習意欲	38	46	14	1
ギャラリーウォーク	5 思考の広がり	44	42	13	0
	6 思考の深まり	38	46	15	0
	7 学習内容の理解	49	38	12	0
	8 学習意欲	35	46	18	1
ワールドカフェ	9 思考の広がり	57	31	12	0
	10 思考の深まり	46	43	9	1
	11 学習内容の理解	54	35	11	0
	12 学習意欲	38	49	11	1

※4「あてはまる」 3「どちらかといえばあてはまる」
2「どちらかといえばあてはまらない」 1「あてはまらない」
※アンケート調査有効回答数
平成30年度 1学年 25名 2学年 46名 3学年 26名 計97名

ホワイトボードミーティングをすると、自分からは出てこなかった意見がたくさん出てきて、すごく面白いです。
二本からも絡めてもらってほしいです。

図8 生徒へのアンケート自由記述