

科学的な思考力・表現力を高める指導方法の工夫

～教材・教具を活かした問題解決学習を通して～

南城市立大里中学校 波 照 間 生 子

I テーマ設定の理由

知識基盤社会化やグローバル化が進む中で「生きる力」を育むことがますます重要視されている。OECDのPISA調査など各種の調査からは思考力・判断力・表現力を問う記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題がみられるとされた。平成20年9月の学習指導要領の改訂では、言語活動のさらなる充実が図られるよう理科においては思考力・表現力等をはぐくむためにレポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動の改善があげられた。また、平成30年度の改訂に向けた教育課程の編成に関する提言等では、「生きる力」をより実効性のあるものにするために、課題を解決するために必要な思考力と他者と協働し新たな価値を生み出し表現する力を意識した内容になっており、身につけさせたい能力として思考力・表現力をさらに重視していると考え。こうした背景から、本研究においても、科学的な思考力・表現力を育むために生徒が受動的ではなく、課題の解決に向けて主体的・協働的に学ぶ、問題解決学習の工夫と教材・教具の有効な活用が必要だと考える。

今年度、本校1年生に実施したアンケートでは、「観察や実験の結果をもとに考察できるか」という質問に対し「考察ができる」と回答した生徒は40%で半数以上の生徒は「考察ができない」と自己評価した。生徒が、考察を書いたり説明できない理由として、観察・実験で何を調べているのか明確に把握していなかったり、結果と考察にどんな記述をしたらよいのかわかっていないと考えられる。

これまでの授業実践を振り返ると、生徒の興味・関心を引く観察・実験を多く取り入れた授業を意識してきたが、しかし、科学的に探究する為に仮説を立て、観察・実験を行い、その結果から考察する指導が不十分だった。そのため生徒は観察・実験は楽しく取り組むが、その結果から自分なりの考えにもとづいて解釈したり、結果を表やグラフに整理することができていなかった。

そこで、実験・観察の結果を分析させることにより規則性を発見したり、課題を解決したりする方法を身につけさせることが必要である。その手だてとして基礎的・基本的な知識・技能を習得しながら身近な事物・現象に関連づけた教材・教具を活用することにより、興味・関心が高まり、学習内容の理解を深めることができると考える。また、問題を解決する過程から経験や知識が再構築される問題解決学習を授業に取り入れ、仮説を立て、観察・実験を行いその結果を分析、考察する一連の授業形態を充実させることにより、科学的な思考力・表現力の育成につながると考え、本研究テーマを設定した。

II 研究仮説と検証計画

1 研究仮説

理科の授業において、光に関する身近な事物・現象に関連づけた教材・教具を活用した問題解決学習をおこなうことで、科学的な思考力・表現力を高めることができるであろう。

2 検証計画

事前に理科の授業における「理科の授業に関するアンケート調査」を実施し、生徒の実態を把握する。その後、教材・教具の活用を通して課題の解決に向けて、主体的・協働的に学ぶ問題解決学習の検証授業を単元3「身のまわりの現象」第1章「光の世界」で7時間行う。授業後はワークシートや学習の記録の表現の変容を分析する。また、検証授業終了後に事後調査を行い、意識の変容を検証する。

	検証の観点	検証の方法
(1) 検証授業 学年：1 学年 時間：7 時間 単元：第 1 章 光の世界	① 光に関する身近な事物・現象を活用した教材・教具を取り入れることで学習内容を明確にすることができたか ② 観察・実験の結果をもとに話し合い活動することで科学的な根拠をもとにした考察ができたか ③ パフォーマンス課題を解決することができたか	授業観察 ワークシート コンセプトマップ 学習の記録
(2) 事前事後の調査	「理科の授業に関するアンケート」 実施時期：事前調査（H27 年 9 月：検証授業前） 事後調査（H28 年 1 月：検証授業後）	アンケートの分析・比較
(3) まとめ	理科の授業において、光に関する身近な事物・現象に関連づけた教材・教具を活用した問題解決学習をおこなうことで、科学的な思考力・表現力を高めることができたか。	(1)～(3)の結果の考察

Ⅲ 研究内容

1 科学的な思考力・表現力

中学校学習指導要領解説理科編の改訂の要点に「自然の事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験を主体的に行い、課題を解決するなど、科学的に探究する学習活動を一層重視して改善を図る。目的意識をもって観察、実験などを行うことについては従前のものを継承し、その上で、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置く」とある。よって、科学的な思考力を、観察・実験の結果に基づいて解釈したりする力ととらえ、科学的な表現力を科学的な言葉や概念を活用して調べた結果や考察を文章や図式を用いて分かりやすくまとめる力ととらえる。これらの力を高める為に、理科教育研究会（2014 年）は、観察・実験を通して問いを解決する活動と、そこから導かれる説明様式としての言葉やモデル図等の検討、それらの科学的原理の視点からの吟味といったプロセスなど、体験と言語が一体化する過程で科学的な思考力・表現力の育成が図られるとしている。体験と言語の一体化を図るには、与えられた科学用語と理論を記憶するような理科学習では実現できなく、身につけた知識や技能を活用することが必要だと考える。

一方向的な知識伝達型の教えるだけの授業から、書く、話す、発表するような活動を取り入れ、かつその活動が、習得した知識を実際に適応して問題を解決する認知プロセスの外化を伴うような授業に変えていく必要があると考える。

2 理科における問題解決学習

鈴木（2012年）は、『理科教育においては「基礎的・基本的な知識・技能を習得し、それを活用して課題を解決するための法略を作成・実施し、その概念をさらに活用できる状態として習得する」という学習の実践が必要とされている。この一連の学習を授業で実現する教授方法のひとつとして問題解決学習があげられる』と述べている。生徒が知識・技能を活用して課題を解決する過程を踏むことで経験や知識が再構築され科学的な思考力・表現力が身に付くと考え問題解決学習を取り入れた学習環境を整えたい。

鈴木（2012年）は問題解決学習を科学的に探究する過程とし、図1のような5段階で示している。はじめに、問題を自らのものとして捉え、身のまわりの現象などに関連付けを行うことで学習の見通しを明らかにするとともに、その問題を解決するための観察・実験を立案する。次に、その観察・実験の結果をもとに仮説を検証することにより生徒は、理解を深めていき、問題として捉えた事象に対して科学的な概念を構築していく。さらに構築された概念は新しい場面で活用されると述べている。

そこで、生徒の実態に応じた問題解決学習として5段階の中の【問題】で目的意識を明確にし、【考察】で科学的な思考を深めさせ、【応用】で、習得した知識を適応させ段階に重点をおくことで、知識伝達型の受動的な学習から能動的な学習につながると考える。よって問題段階でこれからの学習内容をはっきり把握させるための工夫として学習内容にあった効果的な教具を提示したり生徒が教具を手作りし活用することで学習の目的や見通しをもつことにつながると考える。

次に考察の段階では、グループごとに考えを比較・検討する場をもうけることで考察に広がりが見られると考える。さらに、応用の段階では習得した学習内容を活用する工夫としてパフォーマンス課題を設定することで科学的な概念や根拠に基づいた思考力や表現力の育成につながると考える。

(1) 教材・教具の活用

中学校学習指導要領理科編の目標に「目的意識をもって観察・実験などを行い」とある。生徒が問題を自らのものとして意識するには、理科教育研究会(2014年)は「子ども自身が問題解決の主人公として問題解決という未知を知にする創造的思考を体験することが必要不可欠」と述べている。生徒が疑問や、不思議に感じる教材を提示し学習すべき問題をつかませる必要がある。そこで、身近なものを使い自分で作った教具を取り入れて活用することで、生徒の学ぶ目的意識が高まり学習すべき内容の把握につながると考える。

① 教材・教具の開発の視点

理科教育研究会(2014年)は「生徒の主体的な学習活動を基本とした問題解決学習の為に教材・教具の開発は必要である」と述べている。そこで、日常にある身近な素材の中から、教材・教具化を図る必要があると考える。教材化の視点として教材を提示したとき、子どものこれまでの見

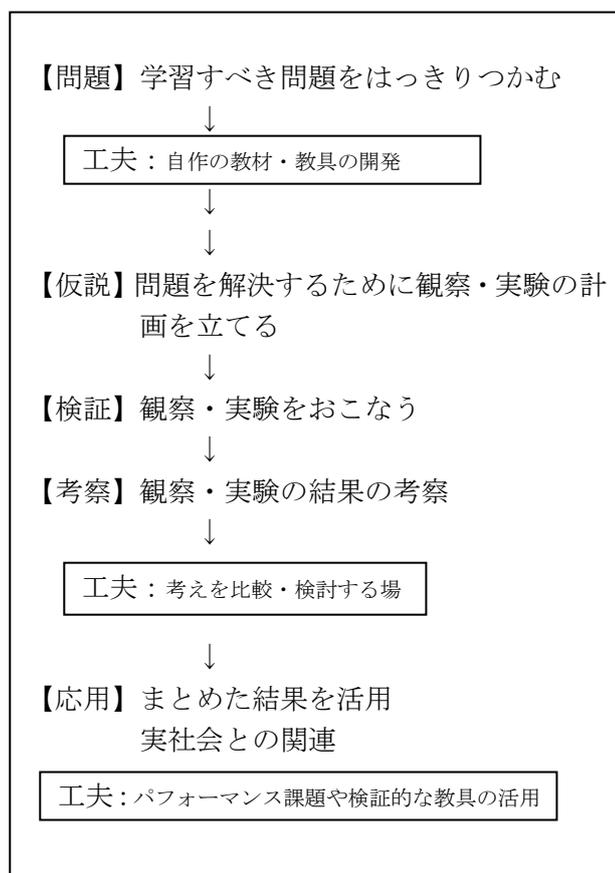


図1 問題解決学習の過程

方、考え方、知識ではある程度までしか説明できない状況を教材として活用する。また、教具化の視点として身近なものを活用した教具で豊富に準備でき安全であることを重視する。このような教材・教具を観察・実験に盛り込んだ授業は学習すべき問題をはっきりつかむことができ、目的意識と認知プロセスの外化の手助けになると考える。

② 問題解決学習における教材・教具の活用

問題解決学習の過程の(図1)学習すべき問題をはっきりつかむ【問題】段階で、身近なものを使い自作の教材・教具として水を入れると絵が消えるコップや名探偵コナンなどを取り入れる。また【応用】段階でパフォーマンス課題とあわせて自作した教具として簡易屈折計を活用することで定性的な屈折の現象をより効果的に学習し、日常生活と関連づけすることで理科を学ぶ意味や有用性を実感させることができると考える

(2) 話し合い活動

田代、山口(2015年)らは、「ノート・ワークシートづくりでは、4項目(①観察・実験の方法②結果③考察④感想)に分類し、②結果は観察された直接的な事実とし、③考察は生徒が視点をもって観察した結果、発見したこと(気づいたこと)」とある。これらのポイントをおさえ、観察・実験の場でくり返し指導を行い定着させることで科学的な思考が深まると考える。しかし結果という具体的な証拠に基づいて思考し、考察することは、結論を知らない生徒にとって容易なことではない。また、生徒が多角的な視点をもって考察する為には、個人の意見だけでは不十分な場合がある。よって、班の仲間とイメージやモデルを活用し、お互いの考えを比較、検討協働して解決していく場の設定が必要だと考える。本研究では、問題解決学習の【考察】段階に話し合い活動を設定する。

(3) パフォーマンス課題

パフォーマンス課題とは、リアルな文脈、あるいはシミュレーションの文脈において、さまざまな知識やスキルを総合して使いこなすことを求めるような課題をいう。児童生徒の学習評価の在り方について(中央教育審議会の初等中等教育分科会・教育課程部会(2010年)の中で、思考力・判断力・表現力等を評価するに当たってパフォーマンス課題にとりくんでいる例が紹介され、教師の視点として、課題の設定を考える上でしっかりおさえないといけない内容の整理につながり、生徒側の視点として思考力・表現力の育成や科学の有用性の認識につながると述べられている。パフォーマンス課題を問題解決学習の応用段階に設定することで、習得した知識と技能を活用することができ、学習したことの振り返りや科学的な概念や根拠に基づいた思考をすることができる

IV 授業実践

1 単元名 光の世界

2 単元設定の理由

(1) 教材観

本単元は、中学校理科において最初の物理領域の学習であり、物理を学ぶ意欲付けを図る上で重要な位置を占めている。本単元で扱う光は、物理現象の中でも日常生活と関連付けることが容易あり、興味、関心を持たせやすい。これまでに生徒は、本単元にかかわるものとして小学校3年で光に当たると暖かくなること、光はまっすぐ進むことを学習している。光は感覚を通して理解しやすく日常生活との関わりも深い。よって本単元では、身近な現象と関連付けた観察・実験を通して、科学的な見方や考え方を養うことを主なねらいとし、光の反射や屈折についての規則性や法則を見出させる。そして、凸レンズを用いた場合、どのような像ができるかを観察・実験を通して考察し、さらに作図の技能も習得させたい。

(2) 生徒観

平成24年度沖縄県到達度テストの分析結果に、観察・実験の結果の解釈を問う問題と記述式の問題に課題がみられた。本校1年生も定期テストの結果において同じ傾向がみられる。

「理科の授業に関するアンケート」において「科学や自然に疑問をもち、調べたりする」と回答し

た生徒は35%、「自然の中で遊んだり自然観察したりすることがある」と回答した生徒は51%であることから、生徒の多くは身のまわりの事物・現象にあまり関心を示さず、物質に直接ふれたり、その性質や変化を調べたりする体験が少なくなっていると考えられる。また、日常生活では、カメラ、照明機器、映像機器などを利用するが、光の性質やはたらきなどについて正しい知識は乏しい。さらに、観察や実験には意欲的に取り組むが、測定値の取り扱い、実験結果の記録、グラフ化などのデータ処理、データからの規則性の発見など、観察・実験を基に自分なりの考えを表現することが苦手な生徒が多い状況である。このことから、身近な現象をあたり前のことと見逃さず疑問につなげられる教材を準備し、この疑問を課題としてとらえ解決していく過程から原理・原則をみつけ、理科の学習と日常生活との関連を図ることが必要だと考える。

(3) 指導観

この単元の学習を展開するにあたっては、まず身近に存在する物理現象に目を向けさせるため、生徒が普段なにげなく経験している事物・現象を視覚化できる教材・教具を使い「なぜそのような現象が起こるのか」「その現象はどうやったら説明できるのか」という考えを持たせ、生徒の疑問や不思議を掘り起こすことで興味関心を十分に引き出す。次に、予想を立てさせる時間の確保や学習キーワードを活用することで見通しをもった観察・実験につなげ、それらの結果を図に示したり解釈して自分なりの考えを表現する。その際に生徒が多角的な視点をもって考察する為にお互いの考えを比較・検討する場を設定し、自分なりの考えを言葉だけではなく図や表にできるよう主体的な態度、実験の結果を分析して解釈することで、光の反射や屈折の規則性や定性的な関係を見いだせるように光の道筋を作図し指導する。また、光の屈折は光の基本性質の中でも身近で、実生活でも多く活用されるレンズの像の見え方につながっていくことから、その内容を重視し問題解決学習の問題から検証、考察、応用段階の3時間扱いで行う。応用段階で水溶液の濃度と屈折角度の関係の理解の為のパフォーマンス課題を設定し、課題の解決の為に自作の教具の簡易屈折計を用いて屈折角と水溶液の濃度との関係を見出しやすいように工夫する。屈折率が物質の特性を表すものであることや実社会での活用事例を紹介し学習内容の一般化を図りたい。また、凸レンズのしくみを調べる実験を行い、像ができるときの光源とレンズの間の距離、像の大きさとの関係を見出させ、実像と虚像ができる条件を探らせたい。さらに、像ができる原理を理解するてがかりとなるような図を用いることで、実際に作図ができるように技能も習得させたい。

3 単元の指導目標

(1) 単元の目標

光の反射や屈折の実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの規則性を見いだせるとともに、凸レンズのはたらきについての実験を行い、物体の位置と像の位置および像の大きさの関係を見いださせることを通して、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。

(2) 観点別評価規準

関心・意欲・態度	科学的な思考力・表現力	観察・実験の技能	知識・理解
光の反射・屈折や凸レンズのはたらきを調べる観察・実験などを通して、光についての事象に関心をもち、それらの事象を日常生活と関連づけて考察しようとする。	光の反射・屈折や凸レンズのはたらきや性質に関する事物・現象を調べる方法を考えて、観察・実験などを行ったり規則性を見いだしたりして、問題を解決しようとする。	光の反射・屈折や凸レンズのはたらきを調べる実験・観察を通して、基本操作を習得するとともに記録のしかたを身につけ、報告書を作成し、発表できる。	光の反射・屈折や凸レンズのはたらきを調べる実験・観察を通して基本的な概念や原理・法則を理解する。

(3) 指導と評価計画

時	項目	学習内容	評価観点				評価規準	評価方法
			関	思	技	知		
1	ものの見え方	光の進み方やものの見え方について考え章全体の見通しをもつ。	○	○		○	ものが見えることと光の	ワークシートの記述内容 発言分析

		【教材：絵が消えるコップ】					進み方の関係がわかる	マインドマップ
2	反射した光の進み方	【実験 1】鏡に当たった光の進む道筋 光の反射の法則について説明できる 【教具：簡易屈折計】		○	○	○	実験から光の反射の法則を見いだし反射後の光の道筋が予想できる	実験や発表の仕方の行動観察 パフォーマンス課題 ワークシートの記述内容
3	光が透明な物体を通るときの進み方	【実験 2】透明な物体に出入りする光の道筋 透明な物体に当たった光はどのように進むか調べる 【教具：簡易屈折計】	○	○	○		光の屈折について、正しい手順で実験を行い正確に結果を記録できる	実験や発表の仕方の行動観察 ワークシートの記述内容
4		水中にあるものが見えなくなったり、曲がってみえたりするのはなぜか実験結果を例にあげ説明できる 【教具：水中の的あて】					実験 2 の結果もとに光の屈折ともの見え方を図などを使って説明できる	ワークシートの記述内容
5	光の屈折率 (本時)	水溶液の濃度と屈折角度の関係がわかる。 【教具：簡易屈折計】		○		○	光の屈折ともの見え方を科学的な根拠をもとに説明できる	パフォーマンス課題 ワークシートの記述内容
6	凸レンズのはたらき①	凸レンズによってできる像を調べ、結果を記録することができる 物体と凸レンズとの距離とスクリーンにうつる像の大きさや向きなどについて説明できる	○		○	○	凸レンズによってできる像について、条件を整理して記録し結果をわかりやすくまとめる	実験や発表の仕方の行動観察 ワークシートの記述内容
7	凸レンズのはたらき②	光の道筋を作図ができる		○	○	○	実像と虚像のでき方の規則性を見いだし光の進み方から説明できる	ワークシートの記述内容

4 本時の学習（5/7）

(1) 本時のねらい

水溶液の濃度と屈折角の関係を科学的な概念や根拠を基に説明できる。

(2) 本時の授業仮説

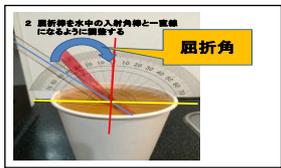
- ① 無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角のちがいが理解できるであろう。
- ② 光の屈折ともの見え方を科学的な概念や根拠に基づいて説明できるであろう。

(3) 準備

紅茶，シロップ，簡易屈折計

(4) 本時の展開（5/7）

段階	学習活動	教師の支援	生徒の活動 (予想される反応)	■授業仮説の検証 ◇評価
導入 10分	1. パフォーマンス課題を確認する			
	課題 あなたは、入社 1 年目の新入社員です。会議の飲み物（紅茶）の準備をしています。紅茶と甘党な社長のためにガムシロップ 10 個入りの甘い紅茶を用意し会議室にもっていきましたが、どの紅茶がガムシロップ 10 個入りなのかわからなくなりました。もう会議は始まっておりすぐに飲み物をださないといけません。あなたならどうやって甘い紅茶をみわけますか。			
			(予想される反応)	◇光の直進，反射，屈折

	<p>2 光の性質を活用して課題を解決することを確認し、課題に対する予想を立てる。</p> <p>3 課題を解決するには光の屈折を利用することを確認</p>	<p>発問「あなたならどうする？」 光の性質①直進②反射③屈折 既習事項を確認する</p> <p>発問「どの性質を活用したら課題がとけるか予想し 選んだ理由も書いてみよう」</p> <p>発問「何を調べる実験をしますか？」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・飲んでみる ・入れなおす ・スプーンで飲むなど ・①を選んだ理由 シロップを入れるとモヤモヤするから ・②を選んだ理由 濃いと反射の仕方に違いがあるから ・③を選んだ理由は 水(液体)が関係しているから など ・甘さで屈折の仕方がちがうことを調べる 	<p>について説明できる</p> <p>【知】 ◇既習事項を活用し課題を解決しようとしている</p> <p>【科】</p>
<p>展開 35分</p>	<p>4 【実験】 無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角の違いを調べる</p> <p>5 簡易屈折計の使い方の確認</p>  <p>6 実験道具を片づける</p> <p>7 各班の結果をまとめる</p> <p>8 考察(課題の答え)をまとめる</p> <p>9 班で課題の答えをまとめ発表する</p>	<p>・入射角棒(赤)を30度に固定し屈折角棒が水中から一直線になるように調整させ屈折角を読みとらせる。</p> <p>・各班の結果を確認する</p> <p>発問「みんなの結果をみて気づくことは何ですか？」 ・代表が記入する</p> <p>・班で話し合い課題に対する答えをまとめさせる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに実験のめあてをかく ・分担して実験する ・結果をワークシートの表にまとめる。 ・分担して片づける ・代表が結果を発表する (生徒の反応) ・甘い方が屈折角が大きくなる ・濃度が高いと屈折角が大きくなる ・ホワイトボードにまとめる 	<p>■授業仮説① 無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角のちがいが理解できる</p> <p>■授業仮説② 光の屈折ともの見え方を科学的な根拠にもとづいて説明できるであろう</p>
<p>まとめ 5分</p>	<p>10 実生活での活用例を確認し評価表の記入</p>	<p>・実生活では糖度計として活用されていることを紹介する</p> 		

(5) 本時の評価

- ① 無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角のちがいが理解できたか。
- ② 光の屈折ともの見え方を科学的な概念や根拠に基づいた説明ができたか。

5 授業仮説の検証

本時の授業仮説について、授業観察、ワークシート、自己評価の記述をもとに考察する。

(1) 授業仮説① 無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角のちがいが理解できる

課題をつかませるために全員で読み合わせをし、「あなたならどうする？」という発問を行った。生徒からは、「飲んでみる」、「入れなおす」、などの実生活に即した意見がでた。そこで理科で学習したキーワード①光の直進②光の反射③光の屈折のどれかを活用して課題を解決するように再び、発問し予想した理由

表1 生徒の予想

結果	理由
① 光の直進 (3人)	・水に砂糖を入れるとモヤモヤして見えるから砂糖が入っていると直進できないと思う
② 光の反射 (6人)	・ガムシロップで反射しそうだから
③ 光の屈折 (22人)	・液体に何か入れると屈折が通常とはことなると思う ・ガムシロップを入れると、光の屈折がふつうよりも激しくなるかも ・屈折している物体がぼやぼやして見えていそう

も説明させた。7割の生徒が光の屈折が利用できると予想しているが、濃さと屈折角の関係まで記述している生徒はみられない。表1そこで、自作の簡易屈折計を活用し甘い紅茶と無糖の紅茶の屈折角を測定する実験を行った。

各班の測定結果を表2に示す。2班は屈折角の差が 1° だが、その他の班は、 $5^\circ \sim 10^\circ$ ではっきりと差が確認できる結果となっている。各班の結果を共有することで、ほとんどの生徒に甘い紅茶の方が屈折角が大きいという記述がみられた。

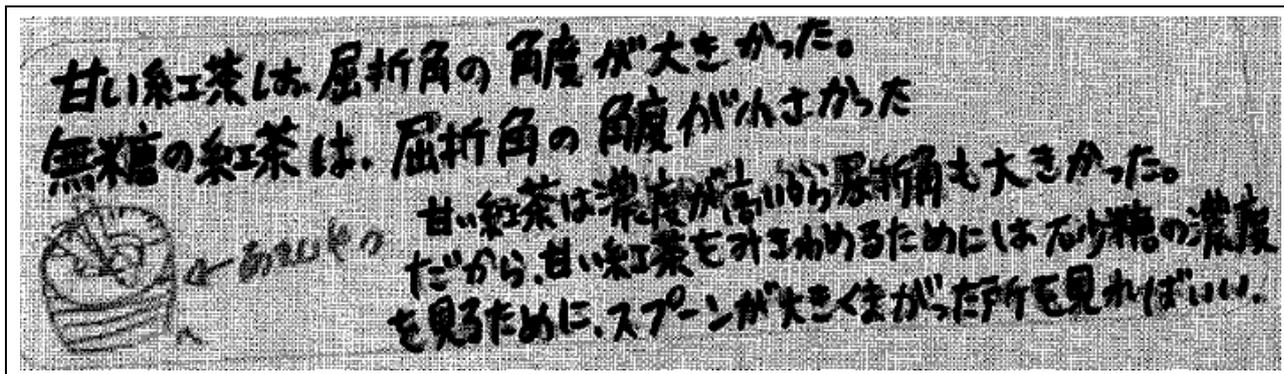
(資料1) このことから無糖の紅茶と甘い紅茶の屈折角のちがいが理解できたと考える。しかし、「濃度が濃くなっていくと角度が大きくなる」といった記述もみられたので、2つの水溶液の比較だけでは判断できないことを説明し、濃度との関係について示す必要があったと考えられる。

(2) 授業仮説②

光の屈折ともの見え方を科学的な概念や根拠に基づいた説明ができたか

課題に対する答えをグループ4人で話し合っ、お互いの意見を比較・検討する場を設定した。

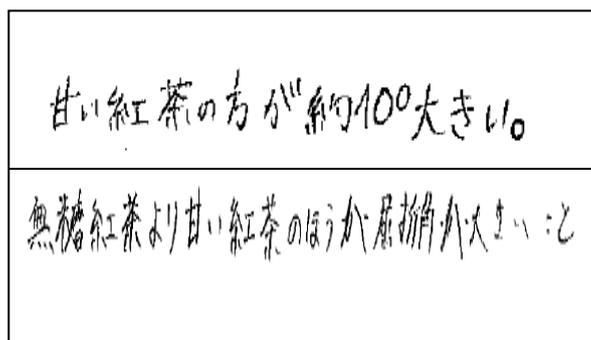
またホワイトボードを各班に配布し課題に対する回答をまとめさせた。授業観察からホワイトボードに何度も書きなおしながら検討する姿がみられた。また机間巡視中に生徒から「いつも簡易屈折計を持ち歩くわけにはいかないからどうしよう」とか「簡易屈折計以外のものを使っているの?」といった質問があった。8班中6つの班は水溶液と屈折角の関係を示し、さらにスプーンやマドラーを活用して見分けることができるとう記述がみられた。このことから光の屈折ともの見え方の関係を理解した上でさらに実生活に即した物を活用し解決策を説明することができている。このことから光の屈折ともの見え方を科学的な根拠に基づいて説明できたと考える(資料2)。



資料2 生徒の記述

表2 簡易屈折計での測定結果($^\circ$)

班	甘い紅茶	無糖の紅茶
1	40	35
2	42	41
3	46	36
4	46、5	40、5
5	45、2	40
6	46	35
7	45	40
8	45	40



資料1 実験結果の記述例

V 研究の結果と考察

理科の授業において、日常生活と関連した身近な事象・現象を教材・教具として活用した問題解決学習をおこなうことで、科学的な思考力・表現力を高めることに有効であったか。

事前・事後の理科の授業に関するアンケート、毎時間の授業観察、ワークシート、自己評価、コンセプトマップの比較から研究の考察を行う。

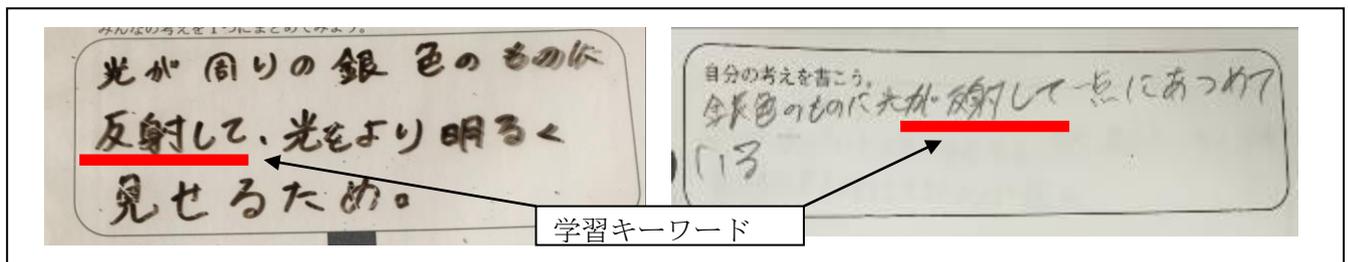
1 光に関する身近な事物・現象を活用した教材・教具を取り入れることで学習内容を明確にすることができたか

光の世界の単元の初めに、身近な素材で作れる教具として、水を入れると絵がきえるコップ、ゆがんでみえるスプーンや名探偵「コナン」で全反射が使われているトリックを紹介するなど、生徒の興味・関心をひきつける導入を行いものの見え方と光の進み方の学習につなげた。

授業内容を活用した問題として、懐中電灯の作りを説明させた。光の単元で学ぶ科学用語の反射等を活用して記述することができ（資料4）正解率は71%であった。このことから学習内容を日常の事象と関連付け説明することができたと考える。



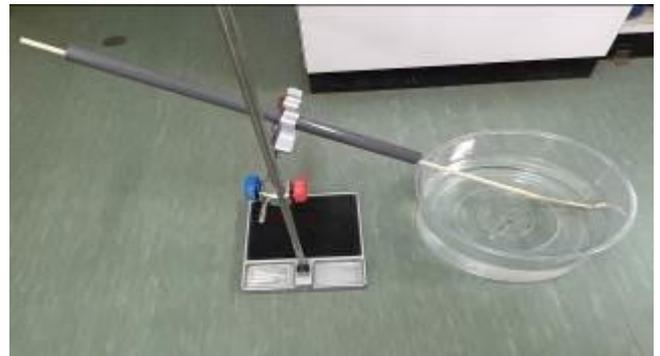
資料3 屈折に関する教材



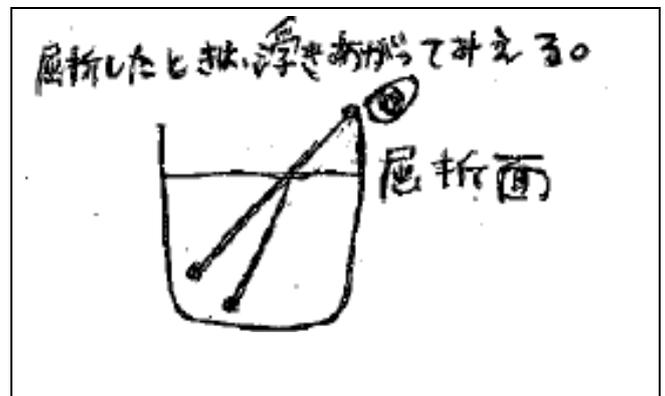
資料4 活用問題の解答例

身のまわりにある素材で見え方がかわることを体験してもらい「なぜ」の疑問をもたせ屈折の光の道筋の学習につなげることをねらって、光の屈折の導入の教材活用として、コインの入ったコップに水を注ぐとコインが見えてくることを取り上げ、この現象の原理を説明させた。

しかし、目線の確認に戸惑った生徒が多く、光の進み方とものの見え方を関係づけることができずに、現象の見え方のみの説明になっている生徒が多くみられた。光の屈折による物体の見え方を光の進み方と関連づけることが必要だと考えた。そこで、魚の的当て体験の教具（資料5）を活用し像が浮き上がって見えることを体験させた。空気中でねらいをつけたまま、細い木の棒を水中に入れると、魚に突き刺さらないことから実際の見え方と実物の位置がちがうことを実感させることをねらった。体験前9割が魚にあてることができると予想していたが、ほとんどの生徒が的にあてられず予想とはちがう意外な結果に体験したがる生徒が多く生徒の興味・関心の高まりがみられた。また、生徒の自己評価に「屈折したときは、浮き上がって見える」（資料6）という記述から光の屈折によるものの見え方と光の進み方の関係の理解につながったと考える。また検証授業の前後によるアンケート結果から「実験に使う教具は学習内容を理解するのに役に立ちますか」という問いに検証授業前は74%だったのが、13ポイント増えて

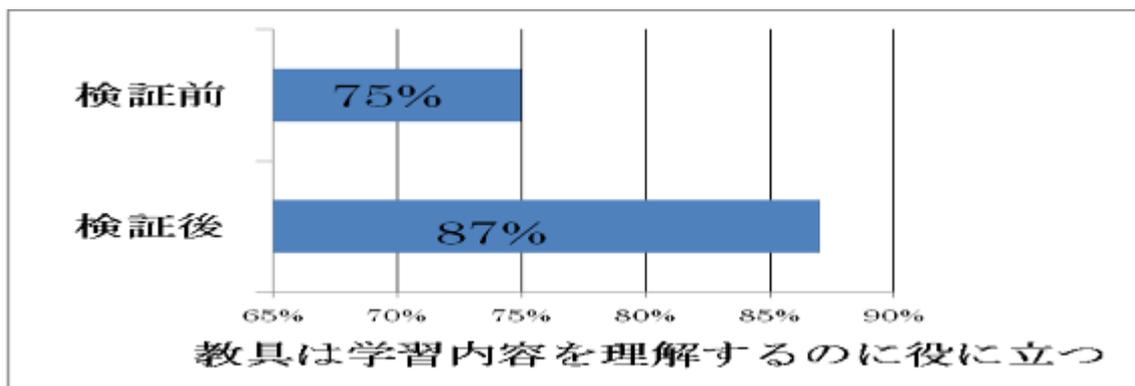


資料5 魚の的当て教具



資料6 生徒の学習の記録

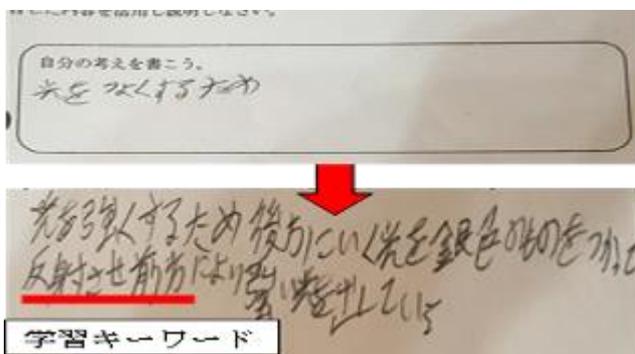
検証後には 87%となった（資料7）。このことから教材・教具の活用は、学習内容の明確化につながり光に関する身近な現象の理解につながったと考える。



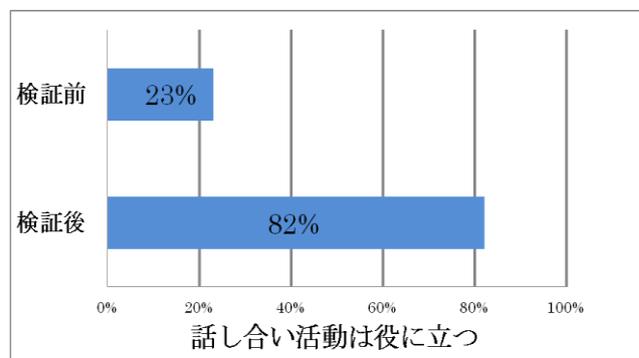
資料7 アンケート結果

2 観察・実験の結果をもとに話し合い活動することで科学的な根拠をもとにした考察ができたか

まず、観察・実験の前に、既習事項を学習キーワードとして示し、このキーワードを活用しながら予想を立てさせた。実験後に、予想と実験の結果を比較・検討する場を設定した。その際、班別での話し合いのルールの確認、ホワイトボードの活用、話し合い活動がうまくいっていない班に対しては、学習キーワードをもとに考察させた。その結果、予想と考察を比較してみると学習キーワードを活用し自分の言葉で表現した記述がみられるようになった（資料8）。また、検証授業の前後のアンケート結果から「話し合い活動は役にたったか」という項目で検証前は 23%だったのが、検証後は、59ポイント増え、82%（資料9）となった。話し合い活動の中でお互いの意見を比較・検討していく場を肯定的にとらえる生徒が多くみられた。これらのことから、話し合い活動は実験の結果をもとに考察するのに有効だと考える。



資料8 生徒の記述



資料9 アンケート結果

3 パフォーマンス課題をと解決することができたか

問題解決学習として、学習した内容を活用したパフォーマンス課題を取り入れた。課題の内容として実社会とのつながりを実感できる課題の設定にした。2学年で実施したWebテストの正解率は4割であった。そこで、コップの水の中でおこる屈折現象について、屈折角をコップから直接測ることができる簡易屈折計（資料10）を活用した。評価は、3段階に分けたルーブリックを作成しておこなった（表3）

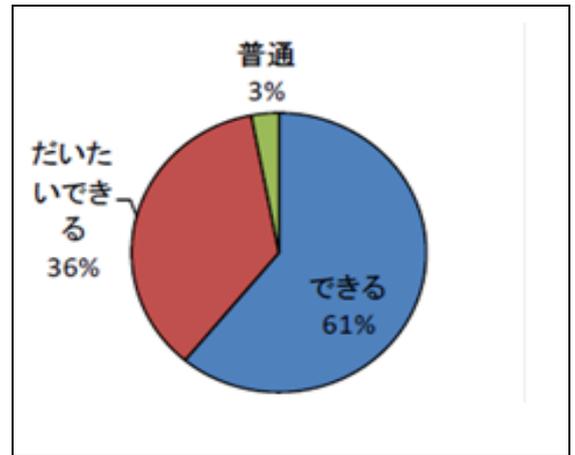


資料10 簡易屈折計

表3 ルーブリック

段階	内容	結果
A 十分に満足できる	無糖の紅茶と甘い紅茶の見分け方を簡易屈折計で測定したデータをもとに説明している。	57%
B 満足できる	無糖の紅茶と甘い紅茶の見分け方を屈折の見え方をもとに説明している。	32%
C 努力が必要	無糖の紅茶と甘い紅茶の見分け方を説明できない。	11%

本パフォーマンス課題の設定は、「甘い紅茶と無糖紅茶を見分けなさい」である。そのために簡易屈折計を活用した実験の結果をもとにし、見分けかたを具体的に説明できているかどうかをルーブリック3段階の項目にした。「A 十分に満足できる」「B 満足できる」という評価のねらいが達成できたと思われる生徒は9割であった。残り1割の生徒は未記入であった為「C 努力が必要」の評価となった。(資料11) 生徒による評価では、ほぼ全ての生徒が「説明することができる」「だいたいできる」と答えており、授業のねらいが達成できたと考えている。また、生徒のワークシートには、次のような感想の記述がみられた。(資料12)

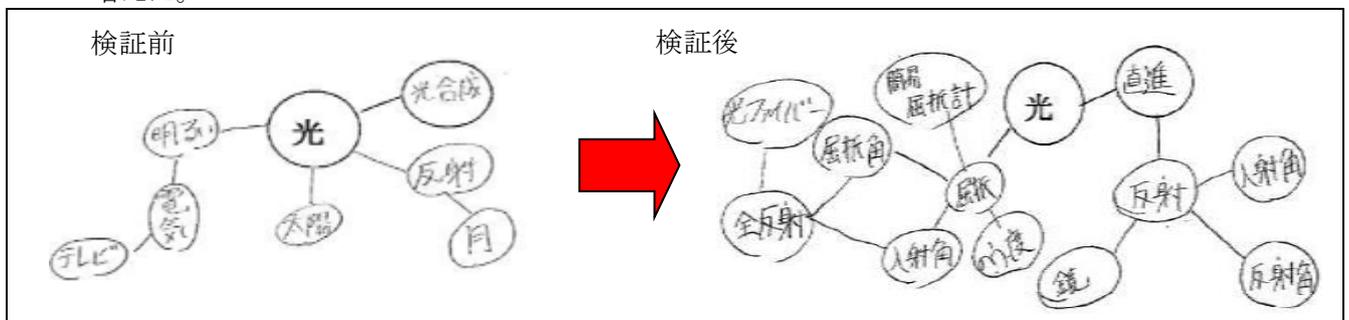


資料11 生徒による評価

<p>無糖紅茶と甘い紅茶の見分け方を知らず、光の勉強は、色々と役に立つ事を知った</p>	<p>この実験をもとに、実際の生活に生かしてみようと思った</p>	<p>屈折角は、いろいろなことに使えるんだと思いました。</p>
--	-----------------------------------	----------------------------------

資料12 生徒の感想

科学的な思考力・表現力を育成するねらいで始めたパフォーマンス課題だったが、自作教具の活用や日常生活と関連づけることで「屈折角は、いろいろなことにつかえるんだと思いました」といった記述から、科学の有用性に対する認識も深まったと考えられる。また、検証前と検証後に「光」単元の振り返りとしてコンセプトマップを実施した。(資料13) 検証前の「光」のイメージは、身のまわりの電化製品や自然をイメージするものが多くみられたが、検証後は、「屈折」「屈折角」「入射角」など単元で学習した内容に変化しさらに光の性質のつながりがわかるように記入した生徒が増えた。



資料13 コンセプトマップ

1, 2, 3から光に関する身近な事物・現象に関連づけた問題解決学習をおこなうことは、科学的な思考力・表現力を高めることに有効であったと考える。

VI 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

- (1) 問題解決学習での身近な現象を教材・教具として活用することで学習への興味関心を高め、学習内容を明確にすることができ理解を深めることにつながった。(V-2-(1))
- (2) お互いの考えを比較, 検討する話し合い活動を取り入れることで科学的な用語を活用した考察がみられるようになった。(V-2-(2))
- (3) パフォーマンス課題は科学的な思考力・表現力の育成に効果的であり, 同時に科学の有用性を認識させることにもつながった。(V-2-(3))

2 今後の課題

- (1) 問題解決学習の単元での効果的な取り入れ方の工夫 (V-1)
- (2) 自作の教材・教具の開発と活用法の工夫 (V-2-(1))

<主な参考文献>

- | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------|
| 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』
理科教育研究会 著 | 大日本図書株式会社 | 2008年 |
| 『新学習指導要領に定める理科教育』
田代 直幸・山口 晃弘 編著 | 東洋館出版社 | 2014年 |
| 『9つの視点でアクティブ・ラーニング』
左巻 健男・内村 浩 編著 | 東洋館出版社 | 2015年 |
| 『授業に活かす! 理科教育法 中学・高等学校編』 | 東京書籍 | 2015年 |

<参考URL>

- 鈴木 一成『理科授業における問題解決学習を实践する視点についての研究』
<<http://hdl.handle.net/2309/134435>>