

主体的な問題解決を通して妥当な考えをつくり出す  
児童・生徒を育む理科授業  
—4年間の連携研究を通して—

石川 敏子・渡邊 雅浩・綱川 明芳・菅生 崇夫  
金田 譲・吉田 茂興・人見 久城・出口 明子

宇都宮大学共同教育学部教育実践紀要 第9号 別刷

2022年8月31日



# 主体的な問題解決を通して妥当な考えをつくり出す 児童・生徒を育む理科授業<sup>†</sup>

—4年間の連携研究を通して—

石川 敏子\*・渡邊 雅浩\*・綱川 明芳\*\*・菅生 崇夫\*\*  
金田 譲\*\*・吉田 茂興\*\*・人見 久城\*\*\*・出口 明子\*\*\*\*

宇都宮大学共同教育学部附属小学校\*

宇都宮大学共同教育学部附属中学校\*\*

宇都宮大学大学院教育学研究科\*\*\*

宇都宮大学共同教育学部\*\*\*\*

筆者らは児童・生徒が主体的な問題解決を通して妥当な考えをつくり出す理解授業に必要な学習環境の研究に取り組んでいる。具体的には、小学校、中学校、及び学部教員が連携し、教材の工夫やICTの活用、思考の表現・共有といった方策に基づいた複数の授業をデザインし、実践している。本稿では、2018～2021年度の4年間に実践してきた8つの授業実践を整理し、その成果と課題を解説する。

キーワード：理科授業、小学校、中学校、問題解決、妥当な考え

## 1. はじめに

平成29年版小学校及び中学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2017a, 2017b)では、理科の目標を資質・能力の3つの柱に整理している。「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の3つに整理された目標のうち、「思

考力、判断力、表現力等」はこれまでも理科で取り組まれたきた問題解決の力の育成に関わるものである。

問題解決の力は、小学校では「差異点や共通点を基に問題を見出す力」「根拠のある予想や仮説を発想する力」「予想や仮説を基に解決の方法を発想する力」「より妥当な考えをつくり出す力」を段階的に育成することが目指されている。その上で中学校では、自然の事物・現象に進んで関わり、それらの中から問題を見出す活動、解決する方法を立案してその結果を分析して解釈する活動、探究の過程を振り返る活動を重視している。これらの活動を通して、生徒らが主体的に妥当な考えをつくり出すことが目指されている。

森本(2017)は理科における資質・能力の育成を目指すため、また理科の問題解決を充実させるための学習環境を検討することを指摘している。理科の問題解決における科学的な思考・表現をより豊かに支援する学習環境、より充実した観察・実験を円滑に実施するための学習環境は検討される必要がある。

そこで筆者らは、宇都宮大学共同教育学部附属小学校・中学校・学部が連携した理科プロジェクトの4年間の研究において、児童・生徒が主体的な問題解決を通して妥当な考えをつくり出す理科授業に必

† Toshiko ISHIKAWA\*, Masahiro WATANABE\*, Akiyoshi TSUNAKAWA\*\*, Takao SUGOH\*\*, Yuzuru KANEDA\*\*, Shigeoki YOSHIDA\*\*, Hisaki HITOMI\*\*\* and Akiko DEGUCHI\*\*\*\*. Science lessons that foster students who create valid ideas through independent problem solving: Through four years of collaborative research  
Keywords: Science lessons, Elementary school, Junior high school, Problem solving, Valid ideas

\* Elementary School Attached to Cooperative Faculty of Education, Utsunomiya University

\*\* Junior High School Attached to Cooperative Faculty of Education, Utsunomiya University

\*\*\* Graduate School of Education, Utsunomiya University

\*\*\*\* Cooperative Faculty of Education, Utsunomiya University

(連絡先:deguchia@cc.utsunomiya-u.ac.jp著者8)

要な学習環境について、複数の授業実践研究を実施した。本稿ではその成果について報告する。

## 2. 4年間の授業実践

児童・生徒が主体的な問題解決を通して妥当な考えをつくり出す理科授業に必要な学習環境を構成するために、理科プロジェクトでは次の3点の方策を講じている。

1点目は自然事象に関わる主体的な問題解決に迫り、思考を深めるための「教材の工夫」である。単元で扱う自然事象について、変化を大きくして見せる工夫、通常は不可視で捉えづらい現象をモデル化等を通して見えるようにする工夫、ゲーム性の加味などを取り入れた教材の開発研究を行う。

2点目は「ICTの活用」である。学校現場ではGIGAスクール構想のもと1人1台の端末導入が進められており、その活用についても多様な方法が展開されてきている。本研究では、そうした先行事例を踏まえつつ、観察・実験結果、話し合いの結果などの即時共有の場面で活用したり、方策1点目の教材の工夫と関連させてICTを活用した教材を取り入れたりする。

3点目は、教材やICTの活用を通して活性化された児童・生徒の「思考の表現と共有」である。例えば理科の学びに特有の目に見えない自然事象について、イメージ図やモデル図で表現したり、問題解決のプロセスでわかったことやまだわからないこと、他者の意見を聞いて考えたことなどを記述したりする活動を授業展開の中で積極的に取り入れる。

表1には筆者らが2018～2021年度にかけて実践した授業の一覧を示している。小学校及び中学校で各8つの授業デザインを考案し、実践してきている。

## 3. 授業実践の具体

表1に示した授業実践のうち、4つの実践について具体的な内容と成果について報告する。

表1 4年間の授業実践

年度	授業の概要(学年・単元・内容)
2018	小6・水溶液の性質 粒子のイメージ図の活用
	中3・化学変化とイオン 粒子のモデル図の活用
2019	小3・物と重さ マグネットモデル教材の活用
	小5・流れる水の働き メラミン粒子を活用した教材の導入
	中2・電流の性質 同じ電圧で扇風機の回転速度を変える方法を考える活動の導入
2020	中3・振り子 iPadアプリで周期を計測する活動の導入
	小4・雨水のゆくえと地面の様子 しみ込み方のオリジナル教材の開発と導入
2021	小5・振り子 大型振り子教材の導入
	中1・水溶液の性質 溶解モデル図の活用
	中3・化学変化とイオン 胃腸薬の働きに着目した実験・説明活動の導入
	小3・太陽と影の動き 360度カメラと太陽の位置モデル教材の活用
	小4・動物のからだのつくりと運動 関節・筋肉のモデル教材とICTソフトの導入
小4・夜空を見上げよう オリジナル星座カードとモデル教材の導入	
中1・光の性質 一眼レフカメラの仕組に着目した実験・説明活動の導入	
中1・植物の分類 ロイロノートを活用した植物の分類活動の導入	
中2・電流と電圧 ブレッドボードを活用したオリジナル回路の作成	

### (1) 2019年度小学校第5学年「流れる水の働き」

本授業で児童らが妥当な考えをつくり出すための支援として、2つの方策を取り入れた。1点目の教材の工夫について、本研究で開発したメラミン粒子を使った川の流れのモデル教材を図1に示している。また、ICTの活用として、タブレットPCで撮影した画像の共有やその活用を行った。図2には、グループで実験中に撮影した画像を使ったノートの事例を示している。モデル教材で試した方法やその結果などの根拠を基にして、災害を防ぐ工夫についての考察を記述している。本研究では、このように根拠をもとに方法を考え、災害を防ぐ方法についての妥当な考えをつくり出すことの支援を目指した。

これらの方策を通して、児童らがより多くの根拠に基づいて川の災害を防ぐ方法を考えることができているかどうかを検討するために、ノート記述の分析を行った。災害を防ぐ方法についての考察について、本授業に参加した児童32名の記述内容を次の

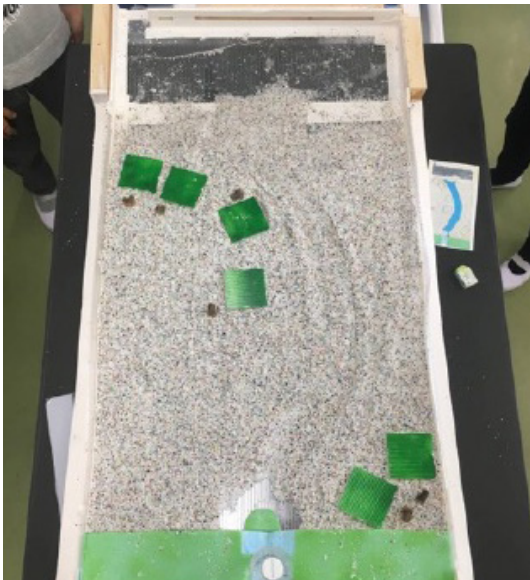


図1 モデル教材

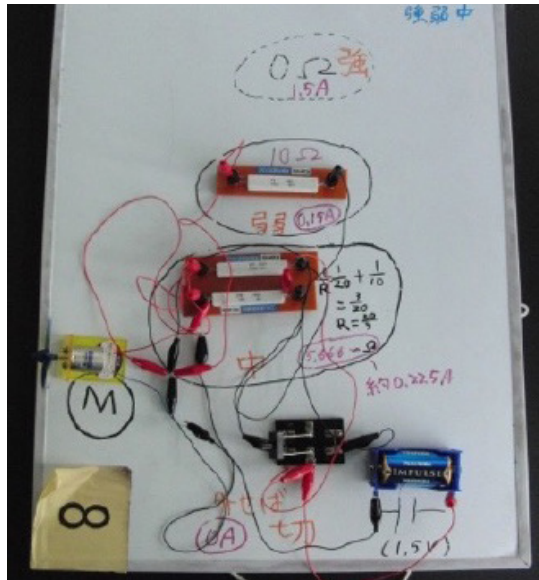


図3 作成した回路の事例

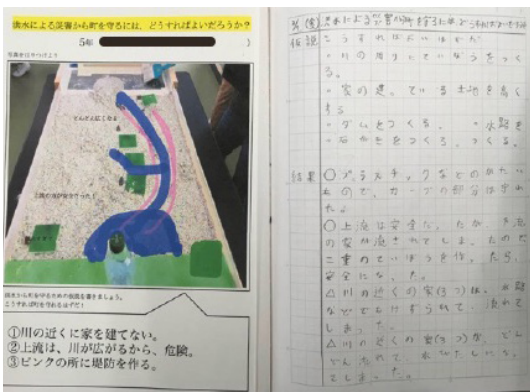


図2 児童のノートの事例

3つのカテゴリに分類した；「実験で確認したことを根拠に記述している」「方法のみを記述している（その根拠は明確ではない）」「記述できていない」。その結果、「実験で確認したことを根拠に記述している」のカテゴリが23名、「方法のみを記述している（その根拠は明確ではない）」が5名、「記述できていない」が4名であり、根拠を基に記述できていた児童の人数がそれ以外の児童よりも有意に多いことが示された。このことから、本研究で行った支援は、児童らが妥当な考えをつくり出すことにつながっていたことが示唆される。

## (2) 2019年度中学校第2学年「電流の性質」

本授業では、支援の方策として「教材の工夫」と「思考の表現と共有」を行った。教材の工夫では電圧が一定でプロペラの回転速度を3段階に調節可能な扇

風機の回路を組むという探究的な課題設定を行った。図3には、グループで考案した回路の一例を示している。また、思考の表現と共有として、「わかっていること」「まだわかっていないこと」「課題」「結論」といった、現時点の自分自身の考えや理解状況を記述するワークシートを導入した。「仮説を立て、検証実験を行い、結果を基にして考察し、そこでできた矛盾点や疑問点についてさらに仮説を立て、検証実験を行い考察する」といった問題解決プロセスにおける生徒ら自身の考えを外化させ、またそれをきっかけとした思考を深めさせるためである。

これらの支援を通して、この授業では、一定の電圧の中でプロペラの回転速度を調節できるようにするため、合成抵抗を回路の中に取り入れるという、それまでの授業で習得した電気についての考え方を適用して問題解決をすることが目指されていた。ワークシートの記述内容等より、多くの生徒らは、合成抵抗を使って電流を変化させる方法について説明できていた。また、一連の問題解決を経て、「もっと風の強さを明確にするには」といったさらなる疑問につながられていることがわかった。

## (3) 2020年度中学校第1学年「水溶液の性質」

本授業では、支援の方策として「教材の工夫」と「思考の表現と共有」を行った。「教材の工夫」では、物質の溶解現象を粒子モデルに基づいて考えさせることを主軸とした。溶解度の異なる3種類の固体（デンプン、水酸化カルシウム、食塩）が水に溶けると



はどのようなことなのかについて、ろ液ともとの水溶液の違いに着目してモデル図で表現させた。「思考の表現と共有」では「わかったこと」や「まだわからないこと」、「結論」をワークシートに記述し、思考プロセスの表現と共有をできるようにした。

これらの支援を通してこの授業では、溶解概念を粒子の存在・保存と関連付けて理解させることを目指した。溶解現象はこのあとに続く粒子関連単元につながるものであり、微視的な観点から捉えるようにすることが重要である。こうした観点から生徒らのモデル図とそれに基づいた考察の記述を検討したところ、「溶媒の中で、溶媒の働きにより溶質が極めて小さな粒子にまで分離され、拡散していく」「光が通過できるようになり、着色しても透明になる」等、多くの生徒が妥当な考察を導出できていることがわかった。

#### (4) 2021年度小学校第4学年「夜空を見上げよう」

支援の方策1点目の教材の工夫について、本研究で開発した「星座カード（北・南）」を図4に示している。「星座カード（北）」は、青い画用紙にオリオン座などの星座を描いたものを、黒い画用紙に割ピンで留め、星座が動くようにしている。「星座カード（南）」は、（北）よりも大きめに作っており、北と南の空間的な動きを比較できるようにしている。「星座カード（南）」は、下半分を紙で隠し、どうして隠してあるのか思考を促すようにしている。児童らがこの「星座カード」を動かしながら、北と南の星座の動きを考えることができるようにした。

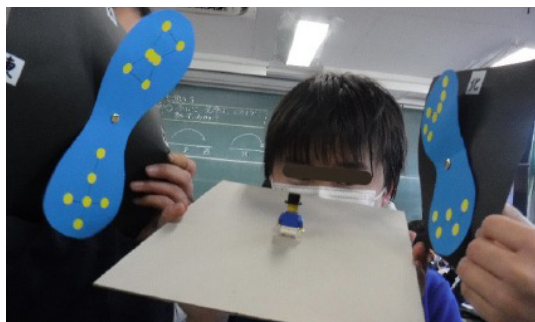


図4 教材「星座カード（北・南）」

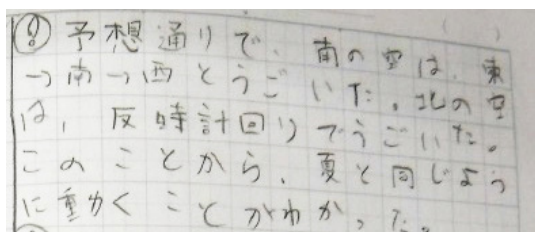


図5 児童のノートの事例

2点目として「思考の表現と共有」について解説する。厚紙に玩具の人形を中央に設置したものを地面や人間に見立てて（図4中央）、両脇に「星座カード（北・南）」を立てる。グループで協力しながら、北と南の星座の動きを同時に観察可能にすることで、星座の動きを地球目線で捉えながら比較し、妥当な考えをつくり出すことの支援を目指した。

これらの方策を通して、児童らが根拠に基づいて北と南の星座の動きについて考えることができていたかどうかを検討するために、児童らによる考察の分析を行った。その結果、北の空は反時計回り、南の空は東から西に動いているとノートに記述がある児童は34名中29名であった（図5）。このことから、本研究で行った支援は、児童らが妥当な考えをつくり出すことにつながっていたことが示唆される。

#### 4. おわりに

4年間を通した研究の成果は、妥当な考えをつくり出す支援としての3つの方策による実践を蓄積し、個々の実践において児童・生徒らが妥当な考えをつくり出す姿を確認できたことである。個々の実践においては、主にノートやワークシートにおける記述分析に基づいて、児童・生徒らがその単元で目指した妥当な考えを概ねつくり出していたことが確認されている。

今後の課題は児童・生徒たち自身が妥当な考えをつくり出すためのより一層の授業の工夫である。例えば、妥当な考えをつくり出すために、より多くの観察・実験のデータに基づいて思考・判断する場面や、より多くの意見を共有しながら結論を導き出す場面の設定をいかに支援するかについてより深く検討することが考えられる。

#### 附記

本研究は宇都宮大学共同教育学部と附属学校園との連携研究プロジェクトの一環として実施している。

#### 引用文献

- 文部科学省（2017a）小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編。
- 文部科学省（2017b）中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編。
- 森本信也（2017）「特集号「理科授業の学習環境デザイン」」、『理科教育学研究』第57巻、第4号、323-324。

令和4年4月1日 受理



Science lessons that foster students who create valid  
ideas through independent problem solving:  
Through four years of collaborative research

Toshiko ISHIKAWA, Masahiro WATANABE, Akiyoshi TSUNAKAWA,  
Takao SUGOH, Yuzuru KANEDA, Shigeoki YOSHIDA,  
Hisaki HITOMI and Akiko DEGUCHI