

小・中学校理科における科学的に探究する学習の進め方に関する研究

千葉県総合教育センター
カリキュラム開発部科学技術教育担当
研究指導主事 渡部 智也

1 主題設定の理由

3年計画の2年目の研究実践である。

学習指導要領（平成29年告示）において、小・中学校理科では理科の見方・考え方を働かせ、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成が明記された。科学的に探究する学習は従前から重要視されていたが、これからは新たに理科で育成する資質・能力を明確にし、より一層の充実が求められると言える。

また、平成30年度全国学力・学習状況調査では、中学校理科の科学的に探究する場面について回答する問題で、千葉県は、正答率が全国平均と比べ5.8ポイント低い値であり、対策が必要であることが明らかとなった。

さらに、平成22年に全国の中学校（国公立）の理科教員を対象に行った調査（Benesse教育総合研究所による）では、理科教員が不安視する授業内容として「探究的な学習」が5割を超えていることが示された。平成30年の同調査では「『科学的に探究しようとする態度』を7割以上の生徒が身に付けている」と回答した教員は2割弱に留まり、主体性や探究する態度を育むような指導と評価の在り方の確立が望まれる。

以上より、学習指導要領で目指す科学的に探究する学習の実践に向けて、教員側の準備はまだ十分とは言えないので、有効な手立てを講じることが不可欠であると考えた。

そこで、科学的に探究する学習の進め方について様々なアイデアを検討し、有効な手立てを検証することにより県内の教員の指導力向上に寄与し、児童生徒に必要な資質・能力の育成につながると考え、本主題を設定した。

2 研究の目的

小・中学校理科における、科学的に探究する学習に有効な授業デザインを開発する。

また、本研究の成果を「授業デザイン」及び指導資料として県内に広めることで、教員の指導力向上に寄与するとともに、児童生徒に必要な資質・能力の育成を目指す。

3 研究計画

（1）研究組織

小・中学校の教員を研究協力員として図1のような研究組織による研究協力員会議で検討、協議して研究を進めることとした。

（2）研究計画

研究計画を表1に示す。本研究は3か年計画で実施する。（今年度は2年目）

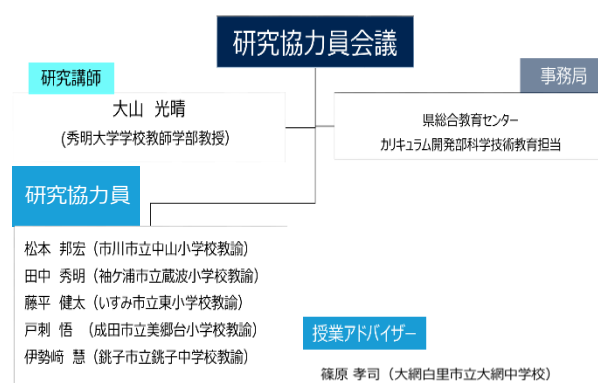


図1 研究組織

表 1 研究計画（3 年計画）

年度	月	内 容
令和 2 年度	4 月	情報収集及び研究計画作成（研修組織づくり、研究協力員の委嘱）
	6 月	第 1 回研究協力員会議（研究概要説明及び意見交換）
	11 月	第 2 回研究協力員会議（授業デザイン内容検討及び指導資料作成） 授業デザイン作成、指導資料作成
	2 月	センター研究発表会（中間報告）
3 年度	4 月	研究計画の見直し、立案
	5 月	第 1 回研究協力員会議（方向性確認、職員実態調査、検証授業時期）
	11 月	第 2 回研究協力員会議（研究協力員による検証授業の実施、資料サンプル検討）
	2 月	センター研究発表会（中間報告）
4 年度	4 月	研究計画の見直し、立案 第 1 回研究協力員会議（サンプルの試行準備）
	8 月	教員向け研修の実施、研修事後調査、研修参加者追跡調査
	11 月	第 2 回研究協力員会議（研究のまとめと成果、課題について協議）
	2 月	センター研究発表会（最終報告）、「授業デザイン集」の配付

令和 2 年度は、研究組織を立ち上げ、研究協力員会議において研究内容を協議し、小・中学校それぞれの学年ごとにモデルとなる科学的に探究する学習の授業デザイン案について検討した。

令和 3 年度は、この授業デザイン案を基に、学校において授業実践を行い、その有効性を検証した。授業実践については、小学校第 3 学年から第 6 学年の各学年及び中学校第 1 学年から第 3 学年の各学年での実施を、また有効性の検証に当たっては、講師（大学教授）の指導のもと適切に行うことを計画した。また、児童生徒のレポートや振り返りなどの記述を分析するとともに、理科室に掲示することを想定した指導資料のサンプルを作成した。

令和 4 年度は、検証授業の分析結果を基に授業デザインを集約し、「授業デザイン集」を作成する。作成した「授業デザイン集」を基に、科学的に探究する学習の進め方に関する研修を実施し、本研究の成果を広く県内の教員に広め、指導方法の普及を図るとともに、その研修の成果をまとめる。

4 研究の内容

（1）令和 2 年度の研究概要

① 科学的に探究する学習についての基礎研究（文献調査、生徒調査等）

理科で求められる資質・能力や理科の見方・考え方等についての文献調査や学習過程（探究の過程）、学習評価の在り方等について文献調査を実施した。

また、思考ツールの有効性を探る生徒調査を実施した。

② 授業デザイン案の作成

科学的に探究する学習について学習指導要領等からその位置づけを整理した。これらを基に、「単元の目標、働かせる理科の見方・考え方と育成する資質・能力について、評価の計画、授業の展開、板書計画、評価のフィードバックを授業デザインの骨子として、授業デザイン案（図 2）を作成した。

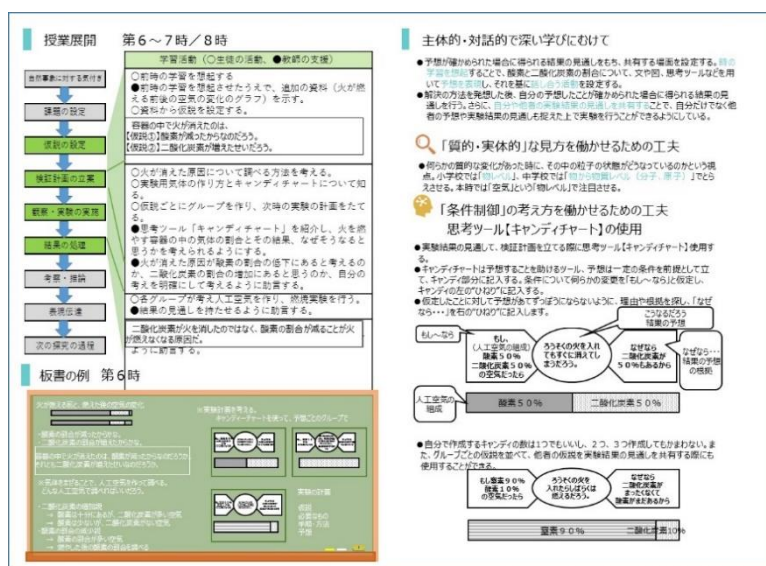


図 2 授業デザイン案の例「6年 もの燃え方」



図 3 理科の見方トレーニングポスター案

③ 指導資料作成

科学的に探究する学習を進める上で、必要に応じて使用できるものとして、以下の指導資料の原案を作成した。

ア 理科の見方トレーニングポスター

主に「エネルギー」の領域では「量的・関係的な視点」、「粒子」の領域では「質的・実体的な視点」、「生命」の領域では「共通性・多様性の視点」、「地球」の領域では「時間的・空間的な視点」が示されている。ただし、これらは領域固有のものではなく、他の領域でも用いられる見方である。本研究では、千葉県の花である「ナノハナ（アブラナ）」を一つの対象とし、それぞれの見方で捉えた場合の具体的な例を示すポスターの図案を作成した（図3）。

イ 理科の学習の進め方ポスター

理科においては、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。この過程をポスターとして掲示することで、教師だけでなく、児童生徒にとっても学習の過程の見通しがもてるようにしたいと考え、その図案を作成した。

ウ 理科の考え方を働かせる思考ツール活用表

「思考ツール」の活用により、理科の考え方を働かすことができる場面がないか検討した。思考ツールはアイデアや問題を視覚化したり、考えや情報を整理するために使用したりすることができる。また、学んだこと同士のつながりを明確にできたり、これを基に友達同士で意見を共有したりする際にも使用できる。さらに、思考ツールに示した内容を基に、考えを評価するために使用することもできる。そこで、「思考ツール活用表」を作成するとともに、各学年に重点的に働かせる理科の考え方を中心にして一覧の作成に着手した。

(2) 令和3年度の研究概要

① 科学的に探究する学習についての基礎研究

まず、平成 30 年度全国学力・学習状況調査の学校質問紙調査の分析結果から、千葉県の児童・生徒の状況を全国平均と比較した。全国平均よりやや高い項目として、「好奇心や意欲を喚起する工夫」「科学的な体験・自然体験をする授業」（小学校）、「観察や実験結果の分析・解釈」「レポートの作成方法の指導」（中学校）があげられる。また、「自由研究や課題研究などの家庭学習の課題を与えた」の項目においては小学校では全国平均より高く、中学校では著しく高いという状況である（図 4）。

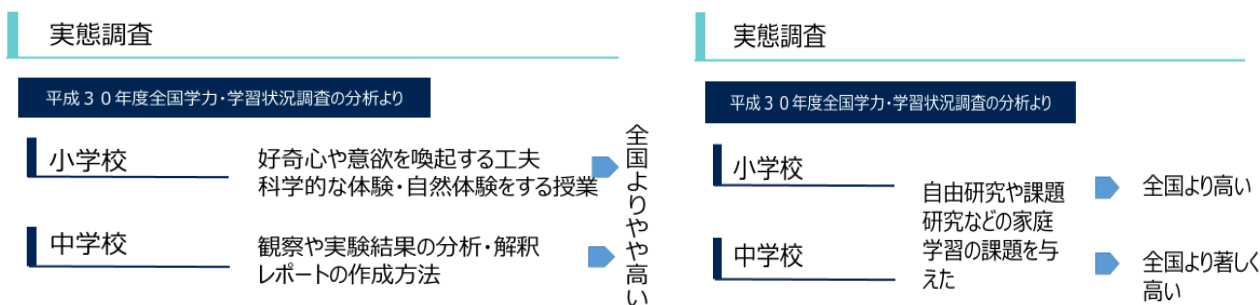


図 4 全国学力・学習状況調査の学校質問紙調査の分析より

次に、小学校・中学校の教員が理科の授業を進める上で困っていることや課題等を把握するとともに、校種、経験層特有の傾向が把握できれば、資料作成や今後の研修等にも生かせると考え、調査を実施した。

令和 3 年 6 月から 12 月の間に、小学校・中学校の初任者研修と、中堅教諭等資質向上研修（教職経験 5 ～ 8 年目の教員が対象）受講者にアストラ、グーグルフォームを使ってアンケート調査の協力を依頼し、延べ 568 名（小学校初任者 479 名、小学校中堅教員 40 名、中学校初任者理科担当 39 名、中学校中堅教員理科担当 10 名）から回答を得た。小学校初任者のアンケート結果の一部を図 5-1、5-2 に示す。

高校 3 年生在学時の類型 (479 件の回答)

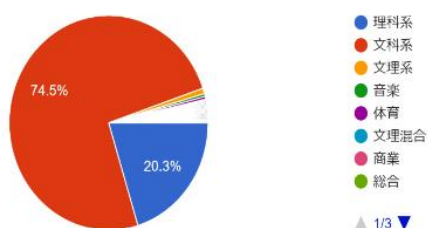


図 5-1 アンケートの結果の一部

理科の指導は自分で工夫しながら進めている
(初任者の内、理科の指導者 246 件の回答)

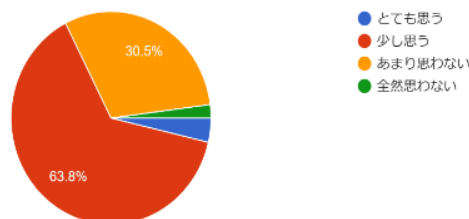


図 5-2 アンケートの結果の一部

研修の実施時期や参加人数等には、ばらつきがあることを前提に特徴を示す。

小学校教員では、高校3年生在学時の類型について理科系であった者は約20%に過ぎないことがわかる（図5-1）。一方で、理科の指導に苦手意識をもちながらも、楽しみ、工夫しながら授業を進めている様子もうかがえる（図5-2）。これらを含めた小学校教員の状況を図6に示す。初任者は理科指導そのものへの不安が大きいこと、中堅ではコロナ禍での授業に課題があると感じている状況である。

小学校初任者は - 国語、音楽、道徳、体育、図工、外国語に続いて指導しにくさを感じる。 - 理科を指導しているのは半数である。 - 理科の指導は楽しい。工夫はしているが、コロナ禍での課題もある。 - 思考ツールを使ったことがある。9 0 % 各領域80 %以上	中学校初任者は - 指導に不安を感じるのは地学>物理>化学・生物 指導方法、評価法、実験観察技能、薬品取り扱い法を学びたい。 - 見方・考え方を意識した授業を行っている。6 6 % - 思考ツールを使ったことがある。6 1 %
小学校中堅は - 英語、音楽、理科の順に指導しにくい。 - 理科を指導しているのは半数以下である。 - 理科の指導は楽しい。工夫はしているが、コロナ禍での課題もある。 - 思考ツールを使ったことがある。9 0 %	中学校中堅は - 大学での専攻は化学>生物>物理>地学 - 見方・考え方を意識した授業を行っている。7 8 % - 思考ツールを使ったことがある。7 5 %

図7 中学校教員の状況

同様に、中学校教員の状況を図7に示す。地学専攻者の少なさが、この分野の指導の不安にもつながっているのではないと思われる。初任者が学びたいものとして指導方法、評価法、実験観察技能、薬品の取扱いがあげられた。また、初任者で約40%、中堅で約25%が思考ツールを使ったことがないと回答した。思考ツールそのものへの理解が少ない可能性もあると思われる。

次に、理科の授業を進める上で、困ったことや課題はないかという質問に対する自由記述の回答を、ユーザーローカルを使用して計量テキスト分析を行ったイメージを示す(図8)。これは、小学校・中学校の全体を統合したものである。青が名詞、赤が動詞、緑が形容詞を示している。文字の大きさは出現頻度の多さを示している。実験、実験器具、薬品、指導、コロナ禍、指導、手立てといった語句が多く現れている。

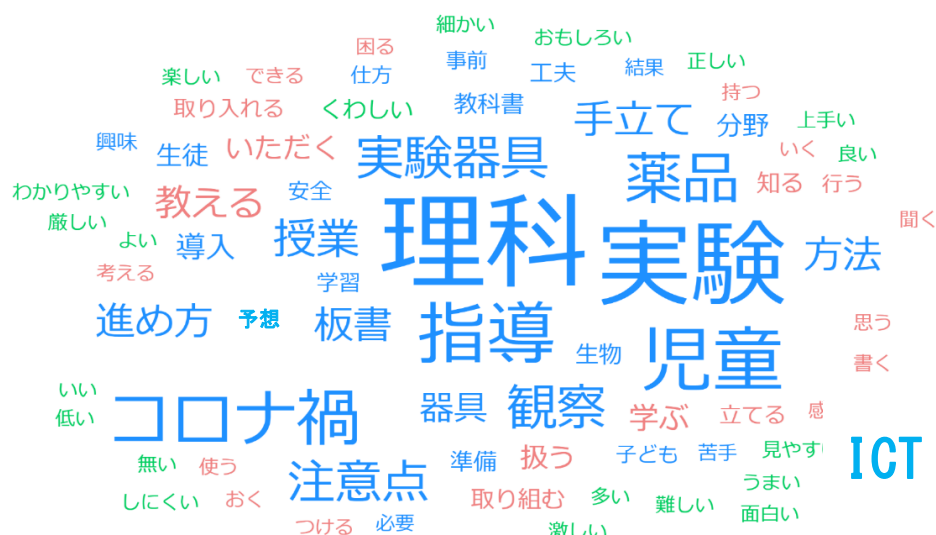


図8 自由記述 ユーザーローカルを使用して計量テキスト分析からのイメージ

さらに、自由記述をK J法でまとめた(図9)。校種・経験を問わず、子供の興味・関心を高める導入の在り方を含めた授業の流れ、指導方法について課題があると考えているという記述が多い。

また、実験・観察では、その注意点や薬品の取り扱いについて技能をもっと身に付けたいという声のほか、期待した結果が得られないときにどうしたらよいか、予備実験や事前準備の時間が取れないなど、切実な意見も見られた。



図9 自由記述 KJ法での分析

以上により、校種別、経験層別に特に力をつけてほしい項目をそれぞれの課題とし、図10のようにまとめ、今後の資料作りに反映させたいと考える。

また、これらの課題を解消する一助として来年度、小学校の初任者研修をステップアップさせた研修を開設する予定である。この研修では、「理科の見方」を意識した指導方法、実験技能に重点を置きたい。また、ICT活用への不安にも対応するために、ICTを効果的に取り入れた授業や、プログラミング的思考を取り入れた授業についての研修も新規開設を予定している。これらにより、若年層の指導力の向上に寄与したい。

校種別、経験層別の課題

- 小学校初任者
 - ・導入、実験技能、薬品の取り扱い
- 小学校中堅（8～10年目）
 - ・効果的な予備実験と準備
 - ・「理科の見方」を意識した指導
- ◆ 中学校初任者
 - ・事前準備、導入、評価、薬品取扱いを含む技能
 - ・「理科の見方」を意識した指導、地学分野の指導経験
 - ・ICTの活用
 - ・思考ツールの理解と活用
- ◆ 中学校中堅（8～10年目）
 - ・探究の過程を意識した授業、思考ツールの理解と活用

図10 校種別、経験層別に特に力をつけてほしい項目

② 授業デザイン案の作成

昨年度作成した授業デザインの骨子に基づき、小学校第3学年から第6学年、中学校第1学年から第3学年において、重視する探究の過程を基本の内容として以下の単元について授業デザインを検討し、作成を目指した（表2）が、新型コ

コロナ感染拡大の影響を受け、12月までに実際の授業展開を取材できたのは2単元（朱書の部分）のみであった。これにより、授業デザインの作成が遅れている状況である。

表2 学年ごとに作成した授業デザインに取り上げた単元、学習の過程

	学年	単元名	学習の過程
小学校	3年	磁石の性質	自然事象に対する気付き→課題の設定
	4年	季節と生物	課題の設定→仮説の設定、学習の過程の見通しと振り返り
	5年	天気の変化	仮説の設定→検証計画の立案
	6年	燃焼の仕組み	仮説の設定→検証計画の立案、観察実験の実施
中学校	1年	身の回りの物質	課題の把握→探究→解決
	2年	動物の生活と生物の進化	課題の把握→探究（追加の実験）→解決
	3年	地球と宇宙	課題の把握→探究→解決、学習の過程の振り返り

③ 指導資料作成

ア 見方トレーニングポスター、学習の進め方ポスター

昨年度作成したイメージ資料について検討した結果、理科室に掲示した場合、情報量が多く見にくいこと、ユニバーサルデザインの視点も取り入れること、難しい語句があること等の課題があげられた。現在、協力員と相談しながら、サンプル版の完成を目指している（図11）。

図11の左側は昨年度、右側は本年度の理科の学習の進め方ポスターのイメージである。吹き出しの部分や説明を整理するとともに、QRコード等を利用して具体例を調べることができるよう、工夫を加えることとした。



図11 理科の学習の進め方ポスターのイメージ（左：R2年度、右：R3年度）

イ 理科の考え方を働かせる思考ツール活用表

昨年度作成した思考ツール活用表の原案では、横軸に思考ツール、縦軸には小学校から中学校の学年をとり、各学年の理科の学習内容において、「思考ツール」を活用して、理科の考え方を働かせることができそうな場面をまとめた。一方

で、「子供が場に応じた思考ツールを選択する力を育てることを大切にしてい」という意見や、中学校では思考ツールそのものへの理解と活用に課題もあった。これらを踏まえ、思考ツールそのものの特徴を説明した資料(図12)を掲示し、児童・生徒が判断・選択・活用していくことを目指したい。

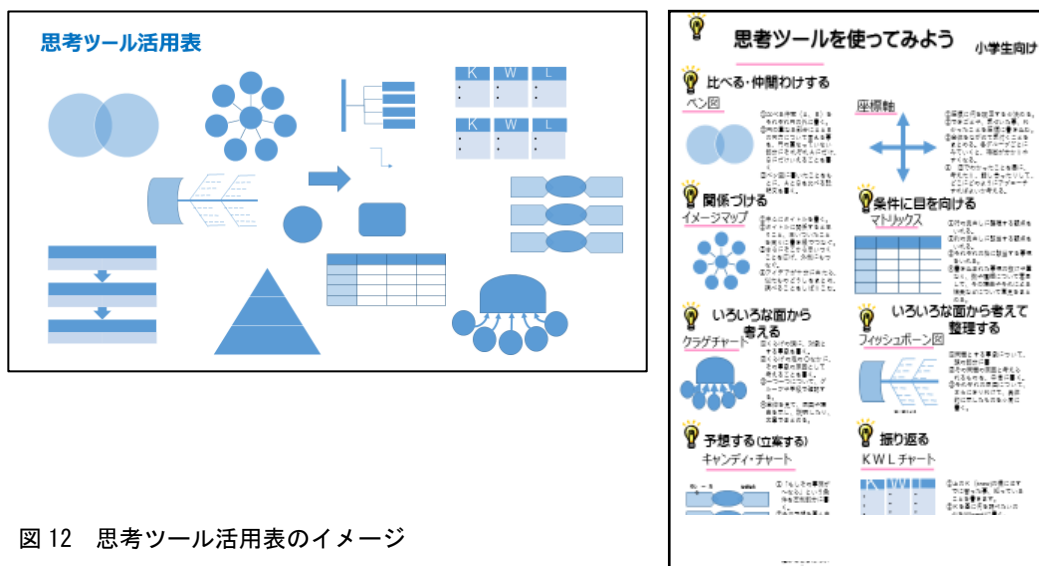


図12 思考ツール活用表のイメージ

5 研究の成果と課題

今年度は、研究協力員と協議をし、研究の方向性を確認するとともに、指導者の実態把握と、指導資料のサンプル作成を行うことができた。また、協力員の授業を実際に取材し、授業デザイン作成準備に取り掛かることができた。

一方で、昨今の社会状況より、研究が予定通り進まない状況であった。科学的に探究する学習の進め方について、様々なアイデアを検討することはできたが、有効な手立ては十分に検証できていない状況である。

また、次の点が課題として残っており、さらに検討していきたい。

(1) 活用しやすい授業デザイン及び指導資料にするための工夫

授業デザイン例および指導資料サンプルを作成したが、児童生徒の実態や学校地域の特性に合わせ、必要に応じて使えるような活用しやすい授業デザインを作成できるように改良を加えていきたい。

そのために令和4年度は資料を試行し、公開に備えたい。

(2) 評価をフィードバックし授業改善へつなげる工夫

教員の授業改善と児童生徒の科学的に探究する力の育成に役立つようなフィードバックの例をどのように掲載するかをさらに検討する必要がある。

また、教員の評価、児童生徒の自己評価、他者による評価などがフィードバックできるような指導・評価資料を作成したい。

令和4年度は、研究の成果をまとめた授業デザイン集を公開するとともに、成果を広める活動を行っていく予定である。

授業デザインの開発を通して、科学的に探究する学習の進め方の一方策を示し、県内の教員の指導力向上と、児童生徒に必要な資質・能力の育成を目指したい。