

研 究 報 告 第 3 9 7 号

理科の有用性を実感する指導方法の調査研究



平成 2 4 年 3 月

千葉県総合教育センター

序

私たちの身の回りは、多くの科学技術の成果が活かされ、生活を豊かにしています。しかし、理科が生活に役立ち大切であるとか、理系の職業に就きたいと考えている、日本の児童生徒の割合が極端に低いというPISA調査の結果が出ました。それを受け、新しい学習指導要領の理科の改善の基本方針の一つとして「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る」と示されました。児童生徒が、理科を学ぶ意義に気づき、有用性を実感することは、理科と日常生活や社会とが深く結びついていることに気づき、実社会や実生活での様々な課題に対して、解決し、考え、判断し、行動しようとする生きる力をはぐくむことにつながります。これは、これからの社会を生き抜く上で必要な力です。

一方、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震により、巨大津波が起こり、深刻な人的物的被害が発生しました。また原子力発電所の事故も発生し、国民の生活に大きな不安を与えています。自然や科学技術が、人々の日常生活に甚大な影響を与えることを実感しました。それに伴い、科学的な根拠も持たず、調べることもせず、デマに流される風評被害も多いように報道されています。科学技術は、人々に新しい智や、便利で生活を豊かにする「明」の面と、機能やコントロールを失った時に、健康を蝕む物質の発生・拡散や環境問題などのリスクを伴う「暗」の両面があることが浮き彫りにされました。改めて一人一人が、自然や科学技術と深く関わっている生活を見直し、よく見て、よく考えて、よりよく生きていこうとすることが大切であり、それは、理科の有用性を実感する学び方と深く関わっています。

これらのことから、児童生徒に、理科と実社会・実生活とのつながりや有用性を実感させ、科学的な見方や考え方を養う本研究は、理科教育の課題と現代社会の要請の両側面の解決をめざす一方策となるもので、その意義は大きいと考えます。本報告書を、多くの授業実践に活用していただければ幸いです。

最後になりますが、本研究を進めるにあたり、先進的な道筋と見通しを持ち、懇切丁寧に御指導をいただいた埼玉大学准教授小倉康様をはじめ、御協力いただいた学校、研究協力員の皆様並びに関係諸機関の皆様に、心より感謝申し上げます。

平成24年3月

千葉県総合教育センター所長 草刈 精一

目 次

序

目 次

1	はじめに	1
2	研究計画	1
(1)	研究目標	1
(2)	研究内容	1
(3)	研究経過	1
(4)	調査研究委員	2
3	研究の概要	2
(1)	理科の有用性を実感することについて	2
(2)	有用性を実感するプランについて	4
(3)	検証授業について	6
①	問題解決重点プランの検証について	6
②	実体験重点プランの検証について	8
③	コミュニケーション重点プランの検証について	9
④	基礎・発展重点プランの検証について	11
⑤	キャリア教育重点プランの検証について	14
(4)	実態調査について	15
4	まとめ	17

主な参考文献，引用文献

理科の有用性を実感する指導方法の調査研究

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

1 はじめに

今日の理科教育には、国民一人一人の科学に関する基礎的素養である科学技術リテラシーの習得・向上と、次代を担う科学技術系人材の育成が求められている。日本人の身につけるべき科学技術リテラシーの内容については、「21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト」（日本学術会議2008）に報告されている。OECD（経済協力開発機構）による2006年のPISA調査では、我が国の児童生徒の理科の成績は国際的に高い状況にあるが、理科が将来役に立ち、大切であるとする児童生徒の割合は低く、また理系の職業に就きたいと考えている生徒の割合が極端に低いという結果が報告されており、児童生徒が理科の有用性を実感できていない状況である。こうした課題に対して、新学習指導要領では「理数教育の充実」が主な改善事項とされ、理科において「理科を学ぶ意義や有用性」を実感させることが改訂の要点の一つとなった。

本年度は、理科の有用性を実感させる効果的な指導の在り方を探りたいと考え、本主題を設定した。児童生徒に、自然事象や社会生活とのつながりに気づかせ、理科の有用性を実感させるとともに、理科での学びを実社会や実生活での様々な問題の解決に活用していくための科学技術リテラシーの育成を図ることで、社会からの期待に応えられる理科教育の実現に貢献できると考える。

2 研究計画

(1) 研究目標

児童生徒が、理科の有用性を実感するための効果的な指導方法の調査研究をし、その在り方を提言する。

(2) 研究内容

- ①理科の有用性を実感することについての実態調査
- ②理科の有用性を実感することについての先行研究の調査
- ③理科の有用性を実感するプランの提言
- ④プランを活用した協力校における検証授業の実施と分析、評価

(3) 研究経過

H23年度	内 容
4月～5月	○研究計画立案，調査研究委員の委嘱，研究の方向について検討
6月～9月	○実態調査検討 ○第1回調査研究委員会（6月21日） ・研究計画及び内容の検討，テーマについての講話 ・授業実践プラン及び実態調査についての検討，分析，報告書の概要提案○実態調査，指導案検討，授業日程調整，授業計画及び内容の確認と検討
10月～12月	○第2回調査研究委員会，各協力校において授業実践，
12月	○第3回調査研究委員会（12月14日） ・授業実践報告，まとめについて，指導・助言，方向性の検討
1月～3月	○検証授業の分析，評価 ○報告書の作成

(4) 調査研究委員

①講師

埼玉大学教育学部理科教育講座 准教授 小倉 康

②研究協力委員

教育振興部指導課	指導主事	鶴岡 利明
県立長生高等学校	教 諭	田辺 浩明
県立千葉東高等学校	教 諭	住吉 信夫
柏市立南部中学校	教 諭	梶原 幸之介
香取市立小見川中学校	教 諭	土屋 敦
多古町立多古第一小学校	教 諭	根本 滋之
勝浦市立豊浜小学校	教 諭	軽込 たけ子

③千葉県総合教育センター所員（カリキュラム開発部）

部 長	大野 尊史
主任指導主事	柴崎 秀一
主任指導主事	長谷川 茂
研究指導主事	鈴木 輝夫
研究指導主事	相場 俊秀
研究指導主事	田代 邦子
研究指導主事	座間 勉
研究指導主事	永島 絹代

3 研究の概要

(1) 理科の有用性を実感することについて

文部科学省は、理科の改善の基本方針（平成20年1月中教審の答申）に「(オ) 理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する方向で改善を図る」と掲げている。身近で親しみやすい自然事象や社会生活の学習を取り入れることや、目的意識をもたせ課題を解決させることが大切であると考え。

PISA調査では、「科学とテクノロジーが関係する様々な状況で、市民は何を知り何に価値を感じ何ができることが重要か」という質問に対する答えとして「科学的リテラシー」を「疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用、科学の特徴的な諸側面を人間の知識と探究の一形態として理解すること、科学とテクノロジーが我々の物質的、知的、文化的環境をいかに形作っているかを認識すること、思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わること」と定義し、義務教育終了段階の生徒の到達度を調査している。つまり、科学的リテラシーは、児童生徒が生活・社会での活用を前提にした学力であり、「なぜこれを学ぶのか」「この学習は何につながるのか」といった理科を学ぶ意義や有用性につながるものである。これまでの理科学習は、自然界に関する知識や概念の習得が中心であり、自然界や生活との関連性やその有用性が、必ずしも児童生徒に理解されていないと言われている。今後、児童生徒に、理科と自然や社会生活とが繋がっていることや、理科を学ぶ意義を実感できる指導が必要である。

そこで、理科の有用性を実感することを次のようにとらえることとした。

理科の有用性を実感するとは

「理科で学んだ内容が、自然事象や社会生活とつながっていることを実感し、科学的な見方や考え方を深めたり、広げたりすることに意義を感じることを」

理科の有用性を実感させるために、学ぶ意義に気づかせることが重要である。そこで、理科の学ぶ意義をもたせることについて、Deci(1992)、Millar(1996)、小倉康(2009)の先行研究をもとに、本調査の指導方法を検討することとした。

児童生徒は、どれだけ学ぶ目的や意欲をもって取り組んでいるだろうか。児童生徒が、探究したい、調べてみたいと思える興味関心の高まる学習課題を導入に位置づける指導の工夫が必要ではないかと考える。米国ロチェスター大学の心理学者である、Deciの研究からも、学習の中に自律的学習の支援や、実用的な価値を感じさせることが学習の動機付けにつながるとしている。これは、児童生徒が理科の学びの必然性を意識できるような、実社会・実生活に関わる学習や、児童生徒にとって内発的動機付けの高まる場面を取りあげていくことで、理科学習への目的意識が明確になり関心意欲を高めることになる考える。また理科が、社会生活を営む上で大切だという認識につながると考える。

次に、児童生徒が学ぶ意義に気づき学習を進めることができれば、学習への興味関心が持続し、探究的な活動が能動的になり理解が深まることにつながる。PISA2006科学的リテラシー国際専門委員で英国ヨーク大学の、Millarは、社会の中で人々が科学を理解する理由について、次のようにまとめている。

- 経済的理由は、国の富と人々の科学の理解とが関連する。
- 実用的理由は、テクノロジーの進んだ社会では、科学を理解することが、生活上有益である。
- 民主主義的理由は、科学を理解は、科学に関わる諸問題についての意思決定に参加するために必要である。
- 社会的理由は、人々が科学を理解は、科学以外の文化と科学との関係を密接にし、科学が社会から支持されるために重要である。
- 文化的理由は、科学は今日の文明の主たる成果であって、すべての若者がそれを理解し人々が科学を理解し、その価値を認めるようにするためである。

Millarの理論は、いずれも、現代社会で市民として生活するために重要な科学的リテラシーであり、児童生徒が理科に親しむ過程で重要な要素である。これを参考に、児童生徒の理科を学ぶ理由について考えた。

- 児童生徒は、理科が、経済的発展につながっているとわかると有用性を感じる。(経済的理由)
- 児童生徒は、理科が、生活上有益であるとわかると有用性を感じる。(実用的理由)
- 児童生徒は、理科が、科学に関わる社会的課題に対する意思決定に参加するために必要だとわかると有用性を感じる。(民主主義的理由)
- 児童生徒は、理科が、社会から支持されるために必要であるとわかると有用性を感じる。(社会的理由)
- 児童生徒は、理科を理解し、その価値を認めるようになったら、有用性を感じる。(文化的理由)

また、実社会・実生活との関連を重視することから、キャリア教育の視点を加えることとした。

○児童生徒は、理科の学習により、科学に関する仕事に就きたいと思ったり、キャリア教育の基礎的・汎用的能力が高まったと感じたら、有用性を感じる。(キャリア教育的理由)

小倉の研究からも、実社会・実生活での実用的な価値を明確にすることや、知的好奇心を揺さぶる探究的な学習とその成果を活用できるように指導していくことが、学ぶ意義を実感させることにつながるとしている。つまり、児童生徒にとって身近なテーマをとりあげ、実体験を充実させた科学的な問題解決のスタイルで学ぶ方法を身につけることが、理科を学ぶ意義に気づき、有用性を実感できることになると考える。

また、理科を理解する方法として、論理的思考やコミュニケーション活動を通じた意思決定の場なども必要であると考え。それは、探究的な理科の学び方そのものに学ぶ価値を見出し、一人一人の探究力や活用力を高めていくことにつながると考える。実生活上での理科の有用性や、社会生活や職業生活を営む上での理科の有用性を実感させる指導が必要である。

これらの理論を本調査研究に反映させ、児童生徒が理科の有用性を実感するための指導方法として、次のような指導の充実を図ることとした。

- ◆ 自律的学習を促し、目的意識のある課題設定をし、探究力を育成する。
- ◆ 実体験の場の設定や観察実験の方法を工夫する。
- ◆ コミュニケーション活動を充実させる場を設定する。
- ◆ 学習と自然事象や社会生活とのつながりを実感させる場を設定する。
- ◆ キャリア教育との関連を図る。

(2) 理科の有用性を実感するプランについて

児童生徒が理科に関心を持ち、自然事象や社会生活とのつながりに気づき、学ぶ意義を見いだせるための授業実践が、理科の有用性を実感させることにつながる。その指導においては、学校外の講師との連携や資料の活用をし、自然事象や社会生活と関連させていくことも有効だと考える。

これらのことから、理科の有用性を実感する指導方法を次のように提案する(表1)(図1)。

表1 理科の有用性を実感する5つのプラン

	プラン	主な指導方法・内容	実感する有用性 *理由	指導方法例
①	問題解決 重点プラン	- 児童生徒が学ぶ意義を見だし自ら探究したいと思う身近な課題を設定し、科学的で論理的な思考力や判断力を育てる。 - 科学的に探究し分析し結論を導かせる。探究的に問題解決しようとする支援をする。	- 疑問を解決する喜びや、知識を獲得・理解することに有用性を見出す。 - 目的をもち、課題解決する楽しさを実感する。 *文化的理由	- 目的や意図が明確な課題、疑問の設定や教材提示の工夫 - 科学的探究 - 課題研究 - 研究論文作成
②	実体験 重点プラン	- 自然事象や社会生活と関連のある教材教具を活用し、実際に体験したり実験を工夫したりすることを重視して、自己効力感を実感させる。 - 教材の工夫、効果的な事象提示と実体験を充実させる。	- 目的に合わせ、観察、実験を工夫する楽しさを実感し、自己効力感を味わい、有用性を実感する。 - 目的をもった実験や体験そのものに関心意欲をもって取り組むことに有用性を実感する。 *文化的理由	- 児童生徒の考えによる実験方法の試行や工夫 - 条件制御した、複数の実験や体験の試行
③	コミュニケーション 重点プラン	児童生徒が理解を深めたり、新たな気づきを得たり、意思決定をしたりさせるために、コミュニケーション（対話）活動に重点をおく。	- コミュニケーション活動による理解の深化、新たな気づきの実感をする。 - コミュニケーション活動を通して意思決定をし有用性を実感する。 *社会的理由 *民主主義的理由	- 科学的根拠をもとに説明、発表、発表会 - コミュニケーション活動による気づき、発見、意思決定
④	基礎・発展 重点プラン	- 理科の学習の基礎基本が、発展するとどのように自然や社会生活とつながり、活用されているか、具体例を提示し、学習する機会を設定する。 - 実社会や実生活で科学が関連する様々な現状や問題を扱い、習得した概念が自然や社会とつながっている場を提示する。	- 基礎的、基本的な理科の学びが、自然事象や社会生活と関係づけられ、活用されていることを実感する。 - 習得した学びの概念が発展すると自然事象や社会生活とつながっていることを理解し有用性を実感する。 *実用的理由 *文化的理由	実社会・実生活の中で理科の発展的な内容が活用されている場や事象を提示
⑤	キャリア教育 重点プラン	科学技術がキャリア教育（産業・社会や職業や自己実現）や社会に生かされている場を提示する。	理科で学んだことが社会や生活、職業と関わっている場面を目のあたりにする。 *キャリア教育的理由 *経済的理由	科学者や事業所、専門家などの PT（パートナーティーチャー）との連携授業



図1 理科の有用性を実感する5つのプラン

- 導入時を中心に、目的や意図が明確な課題や疑問の設定、教材提示をし問題解決重点プランの指導を行い、科学的に探究し分析し結論を導かせることで、学習全体の関心を高め、探究的な問題解決の意欲を高める。
- 展開時を中心に、観察、実験や実体験の充実を図り科学的な探究の支援をする。探究方法としてコミュニケーション活動の場を設定したり発展的な内容を提示したり、キャリア教育とのつながりを意識させる場を設定する。
- まとめでは、実社会・実生活で活用されている場を実感させ、今後の生活や意思決定に適用させるように示唆をする。

(3) 検証授業について

各調査研究協力委員の学校で5つのプランから主となる重点プランを設定し、次のとおり検証授業を実践した。相互参観及び、児童生徒の有用性の実感について研究協議会を行った(表2)。

表2 検証授業の実施内容

	主となる重点プラン	実施校	学年	単元名	授業者	日程
①	問題解決	多古第一小学校	5年	メダカのたんじょう	根本 滋之	11月25日
②	実体験	長生高等学校	2年	ヨウ素回収・製造実験	田辺 浩明	10月19日
③	コミュニケーション	豊浜小学校	6年	土地のつくりと変化	軽込たけ子	11月8日
④	基礎・発展	南部中学校	3年	遺伝の規則性と遺伝子	梶原幸之介	10月28日
	基礎・発展	千葉東高等学校	2年	遺伝	住吉 信夫	12月15日
⑤	キャリア教育	小見川中学校	2年	地震	土屋 敦	11月2日

①問題解決重点プランの検証について [多古第一小学校]

ア 単元名 メダカのたんじょう(発展的な内容)

イ 問題解決重点プランの検証授業について

飼育したメダカを「地域の河川に放流してよいか」について、地域の水生生物に詳しいPT(パートナーティチャー:教員と共働し支援にあたる外部講師,以下(PT)と共に授業を実施した。メダカを含めた絶滅危惧種,外来種など水生生物の現状や変化等について、児童が、PTと話し合う場を設定した。児童は、飼育したメダカを放流することが困難であることを理解し、科学的根拠をもとに意見を発表した。また、地域の水生生物の調査に活用できる実際の罝を見たり、罝を使って生物を採取する楽しさを実感したりした(図2)。また、資料を使って絶滅危惧種を含めた水生生物を調べた。



図2 考えを科学的根拠をもとに伝える

ウ 授業の概要

検証授業は2時間展開で行った。担任を中心に授業を進め、専門的な知識や技能を教授する部分については、水生生物に詳しいPTが担当した。1時間目は、T1からクイズ形式で「メダカのたんじょう」の学習を振り返り、PTからメダカや地域の水生生物の現状を伝えた。絶滅危惧種を含めたメダカの生息状況や外来種についてPTと児童がコミュニケーション活動を行い、遺伝や地域の環境変化に気づき、メダカの放流について児童が意思決定する場面を設定した。児童は、飼育したメダカを放流することが困難であることを納得し、科学的根拠を基に意見を発表した。2時間目は、学んだことを実際の調査に発展させる教材として、「水生生物を採取する罝」を示し、使用方法や原理を考えさせた。児童自らが工夫して作製する活動を取り入れ、地域の水生生物を調べたいという意欲を高めた。水槽の中でその効果を試し、今後の活動に見通しがもてるようにした。

児童は、飼育したメダカの放流について自分の考えをもつことができた。またメダカを取り巻く自然環境や外来種の問題、地域の水生生物にまで視野を広げることができた。

エ 生徒の感想から

- ・生き物を飼うことは責任重大だと感じた。自分が飼ったメダカを簡単に川や池に放してはいけないことがわかった。命がつきるまで世話をしなくてはいけないと思った。

- ・むやみにメダカを放流すると、違う種類のメダカができてしまい、もともといたメダカがいなくなったり減ったりしてしまうことがわかった。
- ・野生の生き物は、返すならもとの場所に返すことが大切だとわかった。
- ・外来種の問題は、もっとちゃんと考えていかなければいけないことだと実感した。
- ・多古町でどんな水の生き物がいるか調べてみたい。
- ・どのような環境がメダカによいか実際に調べたい。
- ・ぼくも魚が好きなので、ぬかや先生のような博士になりたい。
- ・ぬかや先生のおかげで、もっと理科が好きになりました。また来てほしい。

オ 研究協議会から

- ・PT の専門的な知識の豊富さに加え、児童の興味関心を引き付けながら、楽しく学習を進めていた。PT に大変恵まれた授業であった。
- ・PT の話の中に時折出てくる難しい文言を、担任が分かりやすく言い換えていた点がよかった。役割分担がしっかりしていた。
- ・児童は、飼育したメダカを放流してよいかという解決に向けて真剣に取り組んでいた。児童は放流について自分の意思を決定し、根拠をもとに説明することができた。

カ 本時の自己評価カードによる評価から

児童の疑問をPTとの対話や水生生物を調べる体験的な学習を通して、地域の自然への見方や考え方が広がり、理科を学ぶ有用性を実感できた(図3)。

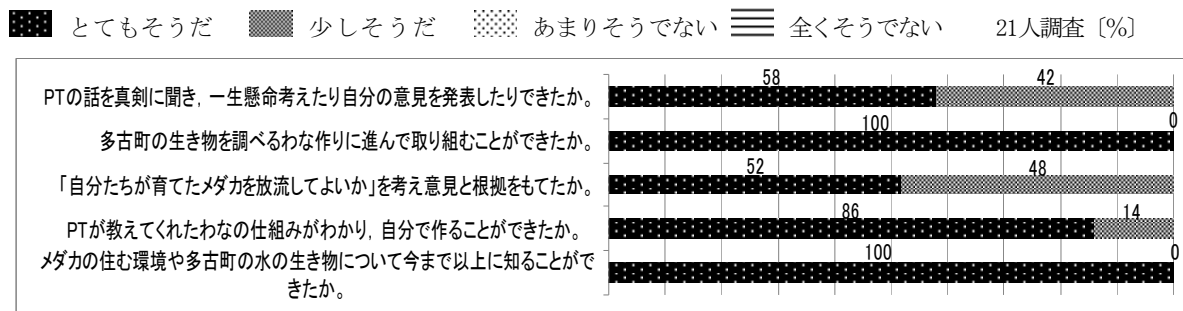


図3 問題解決重点プラン検証授業の自己評価

キ 成果と課題

- ・単元「メダカのたんじょう」の発展学習において、飼育したメダカの放流について目的意識をもたせることで、学習意欲が高まった。水産学の専門家である外部講師との対話や水生生物を調べる体験学習を位置付けることで、主体的に問題解決学習ができた。また、地域の河川の生物への見方や考え方に広げることができ、理科を学ぶ有用性を実感する割合を高めた。
- ・PTと直接触れ合うことそのものが、児童にとっては大きな刺激であり、学習意欲を高める手立てになった。また、問題解決の一つの方法として、PTにインタビューし、理解が深まった。
- ・PTを招いて授業を展開する際、授業者である教員が必要に応じて講師の話や説明を児童にわかりやすく解説することで、児童の理解を助け、興味関心を持続させることにつながった。こうした授業を学校単位で計画的に位置付け、職員が変わっても継続していけるようなシステム作りが課題である。計画的にPTとの授業を計画したい。
- ・問題解決重点プランによる授業は、主体的な学習意欲を高め、メダカの放流についての意思決定ができ、その後の生活の中で地域の環境にまで見方や考え方が広がるなど、有効であった。

②実体験重点プランの検証について [長生高等学校]

ア 単元名 企業連携講座 かん水からのヨウ素回収・製造実験

イ 実体験重点プランの検証授業について

化学で学んだ実験が、地域の企業で実際に活用されていることに気づかせ、実際に体験したり工夫したりする場を設定した。

天然ガスかん水から、ヨウ素をイオン交換樹脂法、酸化処理、吸着処理、溶離処理等により抽出するために、PT（企業の方）からレクチャーを受けたり、コミュニケーションを図ったりしながら化学の学習とのつながりを体験的に理解できるようにした。また、様々な元素がどのような資源から採取・製造されているかを知り、資源の有効利用について理解を深めさせることができ、科学技術に関する興味や関心を引き出すようにしたい。



図4 イオン交換樹脂法

ウ 授業の概要

「かん水」からヨウ素を取り出すイオン交換樹脂法の原理と操作を企業との連携講座の中で修得することに加え、イオン交換樹脂法の主要部分である酸化還元反応と吸着溶離反応を、実験操作と呈色により体験的に理解させた。また、様々な元素がどのような資源から採取・製造されているかを知り、資源の有効利用について理解を深めさせる。身近な地域の資源や産業を理解したり、授業で学んだ知識を応用し、実際に実体験を通して学んだ。

PTの協力により企業で活用されている実験を実際に行うことで、理解と活用力を高め、科学技術に関する興味や関心を引き出すこととした。ヨウ素とその特徴について関心を持ち、実体験を通して探求しようとする意欲を引き出すように、支援した。

エ 生徒の感想から

- ・ヨウ素について研究をしているが、実際に工業的な製法として採用されている「イオン交換樹脂法」によるヨウ素採取の実験が実際にできた。
- ・化学で学んだことを企業が使っていることを知り、実際に実験し変化を観察できた。酸化処理や吸着処理や溶離処理の理解が深まった。
- ・地域のかん水が企業で利用されていることは知っていたが、実際に実験し、1 Lの中に100mgしか含有しないことに驚いた。
- ・ヨウ素が、私たちの生活や健康とつながっていると初めて知った。
- ・企業の方に分光光度計で溶液の吸光度を測定していただいたり、話を聞いたりして、物質の濃度が測定でき、濃度を測定できよかった。
- ・企業の方に感謝するとともに、理科などで学んだことを活用して将来社会貢献したい。

オ 研究協議会から

- ・化学で学習した内容を実際に地域の企業が活用している方法により実験したことで、理科が社会で活用されていることを実感できた。また、実験の内容について、企業の方とコミュニケーション活動を行ったことで、内容の理解が深まり、自然や社会に視点が広がった。
- ・高校の場合、3年間や進路を見通して、計画的に企業連携を設定している。長期間を見通した計画が大切である。
- ・企業には、内容が理解できなくとも、実際に社会で活用されている場面を実感させることを依頼した。実際に、生徒の関心意欲が高まり、感激していた。

- ・生徒は、PTの話を真剣に聞き、意欲的に実験に取り組んだ。そして、酸化還元反応と吸着溶離反応について、体験的に理解が深まり、資源の有効利用についての理解も深めることができた。
- また、化学と製品の製造についてのつながりも実感した。

カ 本時の自己評価カードによる評価から

生徒は、役に立った、勉強になったと多く書かれていた(図5)。一方で楽しく取り組んではいるものの自分の進路と異なる場合「2」と記述する場合があった。その後、その生徒に理由を聞くと「自分の進路と異なる内容だったから」「関心の低い分野の内容だったから」と回答した。進路との関わりによる、とらえ方の違いがあると推測される。

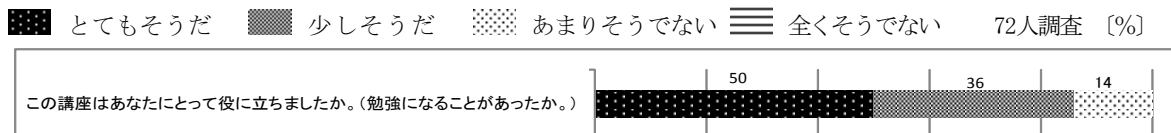


図5 実体験重点プラン検証授業の自己評価

キ 成果と課題

- ・実体験重点プランをもとに授業を検証したが、生徒は、理科で学習したことが実際に企業で活用されて製品化されていることや、千葉県の天然ガスは、地下水に溶込んだ「かん水」として産出され、「かん水」からガス成分を分離して利用していることなどを実際に実験して、理解が深まった。また、ヨウ素の大部分は千葉県から産出されていること、健康との関わりについても気づくことができた。
- ・化学の学習を企業の方からレクチャーを受けながら、実験を行うことを通して理解が深まり、実験技能も向上した。理科の学習と社会とのつながりが実感でき、関心が高まった。
- ・それぞれの企業や専門家のできることと学習とのつながりを図る一方で、内容が理解できなくとも、実際に社会で活用されている場面を実感させることは、生徒の関心意欲を高めた。
- ・SSHの場合、3年間を見通して計画的に企業連携を設定しているが、一般化するには、地域の実情にあわせた年間計画の作成が必要である。

③コミュニケーション重点プランの検証について〔豊浜小学校〕

ア 単元名 土地のつくりと変化

イ コミュニケーション重点プランの検証授業

「土地のつくりと変化」で学習した内容や疑問を、ボーリング調査を行う専門家とコミュニケーション活動を行う場を設定した。

児童は、生活している土地のボーリング資料を見ながら、土地の構成物、広がり、化石などについて実物資料をもとに科学的な理解を深め、自分の暮らす土地のつくりについて関心を高め、科学的な見方や考え方を広げるようにする。

ウ 授業の概要

「土地のつくりと変化」の学習のまとめとして、ボーリング調査をしている専門家の実際の仕事の様子を見学する場を設定した。また、ボーリング調査の専門家とコミュニケーションを図る時間を設定し、豊浜地域の土地のつくりと変化について、実物資料をもとに説明を受けた。



図6 ボーリング調査専門家とコミュニケーション

また、疑問や新たな気づきについて質問することができた。それにより、理科の学習と自分たちの暮らす土地のつくりのつながりを実感できた。

エ 児童の感想

- ・豊浜小学校は、海の近くだから砂が多いと思って予想していたけど、ボーリング調査で砂と粘土の層の上にくらしていることがわかった。
- ・なぜ、ボーリング調査をするのか聞いてみたら地盤の強さを調べていると教えてくれた。
- ・建物を建てる時や地盤の強度を調べる時などにボーリング調査を行うと聞いて、大切な仕事だと思った。
- ・東日本大震災があったから、地盤の強さは建物を造るときには大切だとわかった。
- ・地盤の強さを調べるのに、30メートル下の土地まで調べていてすごいと思った。
- ・場所や構成している実物の層の重なりにより地盤の強さに違いがあることがわかった。
- ・ボーリング調査は、地層の学習とつながっていて安全な生活に役立っているとわかった。

オ 研究協議会から

- ・ボーリング調査の様子を見学したことで、地層の構成物や重なり、広がりについての学習の理解が深まった。
- ・ボーリング調査の専門家とコミュニケーションすることにより、疑問が解決できた。
- ・土地の構成物の実物をさわって、層の厚さや構成物で強度が変わることを知り、自分の生活に当てはめて考えることができた。
- ・東北地方太平洋沖地震や安全に関する内容と関連させて考えることができた。

カ 本時の自己評価カードによる評価から

児童のコメントには、自分の暮らす土地についての理解を深めるとともに、地盤の強度についての考え方に広げることができた。また、東北地方太平洋沖地震との関連や将来の家作りなど、自分の生活と関連させた内容もあり、見方や考え方が広がり、理科の有用性が実感できた(図7)。

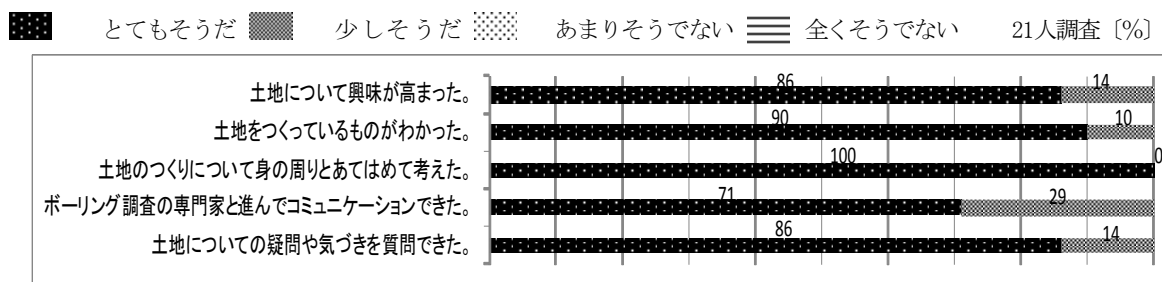


図7 コミュニケーション重点プラン検証授業の自己評価

キ 成果と課題

- ・ボーリング調査をしている様子を見学したり、質問したりすることにより、土地のつくりについての興味関心が高まった。
- ・児童の疑問や気づきについてコミュニケーションを図る場を設定したことで、生活の土台となる土地についての関心や理解が深まるとともに、安全な暮らしとつながっていることが実感できた。
- ・ボーリング調査の専門家とのコミュニケーション活動により、土地の強度や地下の様子について新たな気づきを得ることができ、見方や考え方が広がった。また、地層や地震について家の人や友達とコミュニケーション活動をし、地下の様子を想像したり、地盤の強さを考えたりす

るきっかけになった。また、自然災害などと関係付けながら調べることができた。

- ・理科の学習が、児童の身の回りで生かされていると実感できた。直接経験をや社会とのつながりを実感できる場を多く取り入れることが大切だと実感した。
- ・コミュニケーション活動を重視する学習は、児童の疑問が解決され、新たな気づきを実感することができ、理科の学習への関心意欲が高まった。

④ー1 基礎・発展重点プランの検証について〔南部中学校〕

ア 単元名 遺伝の規則性と遺伝子

イ 基礎・発展重点プランの検証について

種を開発している研究者をPTとして依頼し、遺伝の学習内容が種の交配による新種の開発に活用されていることについて考えさせる場を設定した。

PTから、種苗業の業務内容や、研究者の役割や企業が目指すもの等を説明し、遺伝について考える場を設定した。また、冬に咲くひまわりの開発について聞き、遺伝についての理解を深め、研究者と未来に必要な品種についての意見交換を行い、これから求められる品種についても考えさせ、理科の必要性を実感させる。



図8 未来の種を考える

ウ 授業の概要

企業の研究者から種苗業の業務内容を聞き、研究者の役割や企業が目指すものを知らせる。また、遺伝の基礎的な学習が、発展していくと種の交配などに活用されていることをヒマワリを事例に実感させた。企業の人は、生活を豊かにしようと冬に咲くひまわりを開発していることを知らせ、遺伝の学習の発展的な内容について理解を深めた。事業者と未来に必要な品種についての意見交換を行い、これから求められる品種について自分の考えをもたせ、種苗カタログからどんな新しい技術が開発されたかを実感させた。(図8)

エ 生徒の感想から

- ・「遺伝」の学習で学んだことが、ヒマワリなどの種の交配に活かされているとわかった。
- ・実際に企業の方が品種改良のためにタネの情報を守る苦勞がわかった。山の中で、こっそり栽培していることに驚いた。
- ・世界で人口が増加し続けていて、日本も食料受給率が低い。食べ物がなくて死んでしまう人もいる国がある。そういう国でも、短期間で育つ品種があれば、食べる物も増えるだろうし、栄養価が高ければなおさら良い。安く安全な野菜の種苗の開発をしたい。
- ・種苗会社は、国際企業であることがわかった。
- ・ヒマワリを秋から栽培し12月に開花させることができて、品種改良の価値を実感した。
- ・品種開発は、無限であるという説明に感動した。
- ・品種開発には長い年月がかかり、また将来のニーズを予測することが大変だと実感した。

オ 研究協議会から

- ・企業からの出前授業を計画するのは、大変だが生徒への意義や効果は大きいので、年間計画に入れられるようすることが大切。
- ・大勢でレクチャーを受けるより、少人数での実体験や個別にコミュニケーションができるように授業デザインを工夫したい。

- ・ 遺伝の学習が、発展していくと種の交配などに活用されていることがわかった。

カ 自己評価カードから

全体の74.7%が、肯定的な自己評価をすることができた。遺伝の学習と種苗の開発とのつながりを実感できた(図9)。

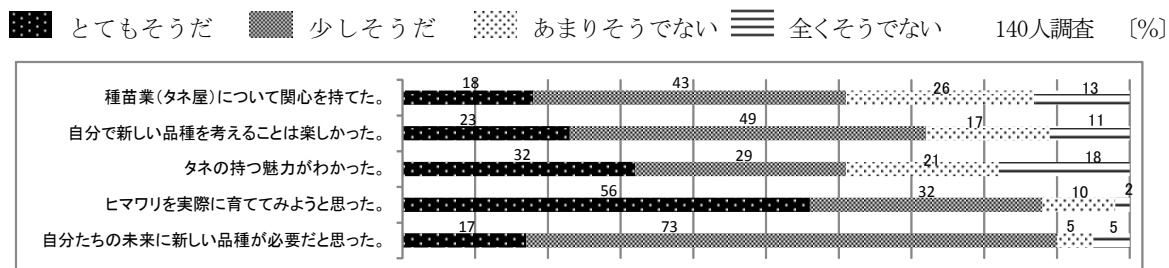


図9 基礎・発展重点プラン検証授業の自己評価(中学校)

キ 成果と課題

- ・ 基礎・発展重点プランを授業に活用したことにより、遺伝の発展的な内容が、種苗業につながっていることがわかり、学習への関心が高まった。
- ・ 自分で新しい品種を考えさせることにより「これから求められる品種」について、種に対する意思を持てるようになった。
- ・ タネに含まれる遺伝子がどんな可能性を持つかまた、知的財産権を考える機会になった。
- ・ 12月に咲くヒマワリをみて、実際に様々な季節にヒマワリを育ててみようとする生徒が増えた。短日植物、長日植物の違いを理解することができた。
- ・ 普段、自分の考えを表現することの苦手な生徒が、自分たちの未来にどんな品種が必要かを真剣に考えていた。特に学習したことを活かして、根拠に基づく意見が表せるようになった。「これから求められる品種」について自分の考えを持てるようになった。
- ・ 少人数での実体験や個別のコミュニケーションができる場を設定するよう授業デザインを工夫したい。
- ・ 生徒はPTに、自分の発表を評価され、新種作りや新しい技術について見方や考え方が深まった。
- ・ 基礎・発展重点プランを活用することで、理科の学習が発展するとどのように社会で活用されているかを生徒が理解し、有用性を実感した。

④ー2 基礎・発展重点プランの検証について〔千葉東高等学校〕

ア 単元名 遺伝(生物1)

イ 基礎・発展重点プランの検証授業

「遺伝」の学習の内容として、発展的な内容であるヒトの遺伝にふれることで、授業と日常生活のつながりを実感させたいと考えた。また、ニュース、新聞、図書資料等を教材に活用することで、社会への関心を高めたいと考えた。授業では、ヒトのアセトアルデヒド脱水素酵素の多型(酒の飲める、飲めないに関する酵素)やABO式血液型、耳垢等にふれ、理科の授業が社会の中で生きていくために必要なことに気付かせる。

ウ 授業の概要

遺伝の授業を行うにあたり、DNA からタンパク質への情報の流れを理解させることから入ることにした。これはあくまでも概念の理解であり、転写・翻訳の仕組みには触れていない。また4月当初の授業から、酵素を初めとするタンパク質の重要性を繰り返し伝えたことが、前提となっている。DNA を実体とする遺伝子の概念をつかませた上で、それが染色体上の決まった位置に

存在することを説明し、その後「遺伝の法則」の授業に入った。

次に、「遺伝の法則」の導入はエンドウではなく、ヒトのアセトアルデヒド脱水素酵素の多型を取り上げた。単純なメンデル遺伝をする形質であり、分子レベルの説明も可能である。簡単に体質チェックの実験を行うことができ、酒の「飲める」「飲めない」に関わる酵素として、日常生活にもつながる。ヒトの遺伝はまさに生徒自身の問題であり、関心は極めて高い。次に ABO 式血液型の遺伝と耳あかの遺伝を題材にメンデルの遺伝の法則の基本を教えた。遺伝の法則の基本（分離の法則、優性の法則など）はヒトの遺伝を題材に充分教えることが可能である。この後、教科書に従って、エンドウ等の遺伝を教え、大学入試への対応も行った。

まとめとして、ヒトの遺伝病についての学習を行った。教材の選定や説明に際しては、遺伝病の当事者が生徒自身やその家族にいる可能性があり得るという前提で、丁寧な説明や人権に配慮するなどの注意をはらった。この問題についての扱いは難しいが高校の生物の授業には必要な内容だと考える。まず、遺伝病と個性・体質が明確に区別できるものではないことを確認し、アルビノの例を紹介した。形質そのものより、それに対する周囲の理解が問題であることを伝え、外見の問題に関するNHKニュースのビデオを視聴した(図10)。その上で、アルビノの遺伝形式やキャリアの頻度等について考察し、ありふれた変異であることに気付かせた。さらにフェニルケトン尿症を例に、遺伝病も多様な個体変異の一つであること、遺伝病には多くの種類があり、すべての人が何らかの遺伝病の遺伝子を6~7個は持っていることを説明した。



図10 ニュースをもとに考える

次の授業では、早期に診断して対応すれば発症を防げる遺伝病もあることを伝えた上で、遺伝子診断が持つ可能性と「遺伝差別」などの問題について考えさせた。

エ 生徒の感想から

- ・血液型や耳あかなど身近なことがよくわかって、遺伝の授業は面白かった。
- ・遺伝の授業はとても難しく理解するのに時間がかかったけれど、自分に大きく関わることで興味をもって学ぶことができた。
- ・遺伝について勉強して血液型の分かっていない弟の血液型の可能性を考えてみると、興味深く学習できた。身の回りのことに深く関わりがある点で学習できて良かった。
- ・遺伝子という目には見えない部分のはたらきを知れば知るほど面白さがわかった。普段は、気にしていなかった体のつくりや病気のことなどに興味が高まった。
- ・遺伝のイメージが漠然としていたが、計算などで求められると知り身近なものとなった。
- ・自分の体質に関することや遺伝的な病気のことなどもっと知りたいと思った。
- ・誰でも遺伝病の遺伝子を持っていると知り、驚いた。
- ・遺伝病の人々のつらさはもっと広めるべき！遺伝子検査についてもっと知りたい。
- ・病気もわかってしまう遺伝子検査を受けるか受けないかは、難しい問題だと思った。
- ・遺伝病には自分が知っているものよりもはるかに多くの種類があって驚いた。

オ 研究協議会から

- ・生徒の話聞く姿が真剣で、活発に意見が出ていたことが印象に残った。
- ・生徒の知的好奇心を刺激し、自分も新しい発見をしたいと思わせるような授業だった。
- ・遺伝子検査を受けたいかどうかについて生徒に話し合いをさせた場面で、指名して意見を発言

させることなく、終わりにしたことが印象に残った。デリケートな問題なので、自分の意見を言いたくない生徒もいるであろうことを考えると、それでよかったと思う。

- ・様々な事情を持つ生徒に対する配慮がなされているかどうかは気になったが、実際の授業では、教材の選択等に配慮があることがわかった。

カ 自己評価カードから

遺伝に関する学習は、生徒にもっと知りたい、知らなければという気持ちを生じさせた。また、生物の授業と生徒自身の日常生活とのつながりを実感した。肯定的な自己評価が多かった結果からも、遺伝の授業に関して、理科を学ぶ有用性が実感できた(図11)。

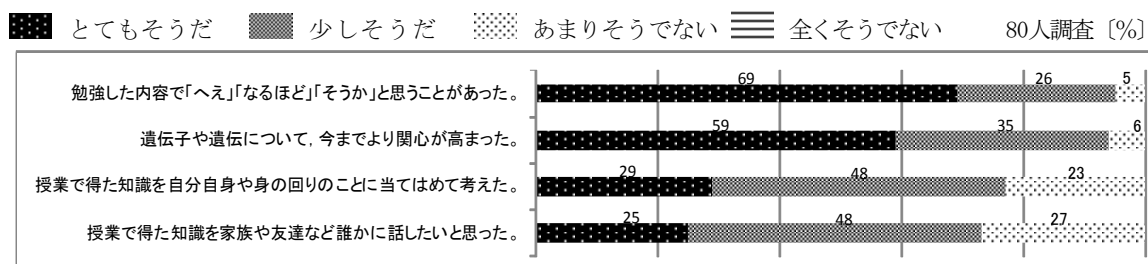


図11 キャリア教育重点プラン検証授業の自己評価

キ 成果と課題

- ・基礎・発展重点プランをもとに、ヒトの遺伝にふれながら学習したことは、生徒自身に関する内容でもあることから、学習への関心が高まった。
- ・遺伝の発展的な内容に関するニュースのビデオや映画の部分的な視聴を取り入れたり、図書や新聞資料を朗読したり提示したりし、それに関して話し合う活動を行ったことで、学習の発展的な内容が実社会・実生活と直結されて考えられた。
- ・ヒトの遺伝を題材に遺伝の法則の基本を教えることで、単なる数学的パズルになりがちな内容を生徒の身近な問題と結びつけることができた。
- ・入試問題を解く力を身につけさせる点でもこの授業展開は問題のないことがわかった。
- ・遺伝病に関する学習は、生徒にもっと知りたい、知らなければならないという気持ちを生じさせることができた。
- ・授業の内容は、それが科学的な事実だとしても、言葉の使い方等で生徒の印象は異なる。教材の選定も含め、一層の研究が必要である。

⑤キャリア教育重点プランの検証について〔小見川中学校〕

ア 単元名 地震発生メカニズムとその予知の実際について

イ キャリア教育重点プランの検証授業

東北地方太平洋沖地震後、地震について生徒の関心も高い。そこで、地震予知の研究者（PT）と地震のメカニズムとその予知について授業を行った。そして、地震予知の研究内容の理解を深め、研究職としてのキャリア教育的視点の理解を図ることとした。

ウ 授業の概要

はじめに、地震は海溝型と活断層型の2つのタイプがあることを理解させた。また、活断層型のメカニズムについては、モデル実験を行わせることによって体験をとおした理解を図った。

次に、地震予知の実際として、現段階では短期的な地震予知を実現することが難しいことを知

らせた。また、地震予知についてどのように研究されているかについて、研究の一端を紹介した。さらに、東日本太平洋沖地震と過去の予知について提示することにより、実生活との関連を図った(図12)。研究者に、自らの研究内容を生徒に伝えることによって、研究内容が実社会・実生活と関連し、生活を豊かにすることに気づかせ、研究者に対して具体的なイメージを持つことができた。そして、研究者の研究し続ける姿勢を実感し、将来の職業選択の一つに理系関係の職業が加わると話す生徒もいた。



図12 研究者から地震について学ぶ

エ 生徒の感想から

- ・改めて地震の怖さを知ることができた。また千葉県でも大きな地震が起こる可能性があることを知ることができた。
- ・大学でどのような研究がされているのかを少し知ることができた。
- ・地震予知は現時点では困難だと分かった。将来地震予知ができるようになって欲しい。
- ・1年生の時の授業の発展的なものとして聞くことができた。また、これからの地震の対処の仕方について以前と変わったような気がする。
- ・今までに自分が知らなかった大きな地震が多く発生していることが分かった。今回の東北地方太平洋沖地震が3連動の地震と知って驚いた。

オ 研究協議会から

- ・生徒は、知識として現段階では地震予知が困難であることを理解できた。また、逆断層のモデル実験が教材として優れていた。生徒にとって断層を理解しやすいものであった。
- ・講師との事前準備がしっかりとされていたことがうかがえる授業であった。
- ・キャリア教育重点プランを意図した授業であった。研究者が自分達の学校にやってくることが、まず、学習への関心を高めた。それが、研究者との距離を縮めることにつながる。講師の略歴を紹介することによって、さらに効果的なものにすることができたのではないかな。

カ 自己評価カードから

授業で、個々の課題や疑問を追究し続ける研究者の姿勢を知ることができ、理科で学んだことが、社会生活や職業と関わっていることを実感した(図13)。授業後の感想で、「将来の職業選択の一つに理系関係の職業を加える可能性がある」と書いた生徒もいた。

■ とてもそうだ ■ 少しそうだ □ あまりそうでない ≡ 全くそうでない 69人調査 [%]

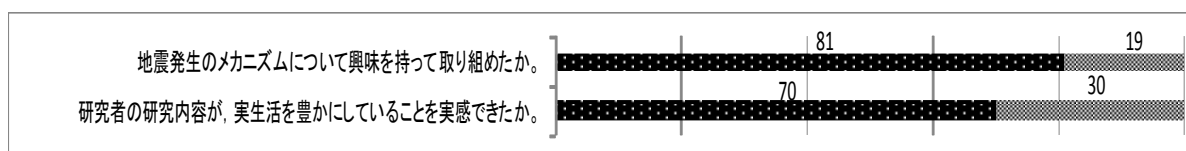


図13 基礎・発展プラン検証授業の自己評価(高等学校)

キ 成果と課題

- ・キャリア教育重点プランを活用し、研究者である大学の名誉教授をPTとして授業を行ったことによって、生徒にとって大学がどのような研究をしているのか、一端を知ることができた。それにより、漠然とではあるが、大学や研究者がどのような機関でどのようなことを研究しているのかを知る機会となった。
- ・地震に関する研究を紹介したことによって、日常生活とあてはめて考えることができた。また

多くの分野の研究に支えられていることが理解でき、理系の職業に関するキャリア教育の視点が広がった。

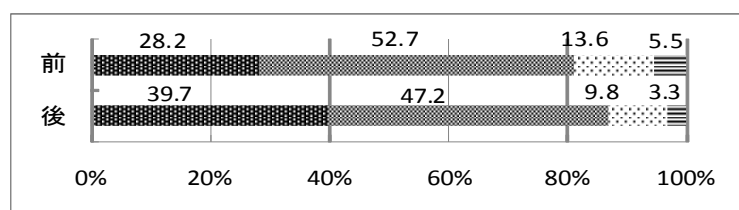
- ・研究者になろうとしたきっかけ、研究者としての取り組みなどのインタビューなどを行うことによってさらに効果を高めることができると考える。難しい語句を補足する必要があった。

(4) 実態調査について

検証授業における児童生徒の自己評価で、87%が肯定的な評価をした。しかし、1～2時間の検証授業だけでは、有用性が実感できたかの変化はとらえにくい。そこで調査研究協力委員が、日常の学習指導で理科の有用性を実感する5つのプランを意識した授業に取り組み、事前（9月）と事後（12月）に児童生徒の理科への関心意欲や理科を学ぶ意義等について意識の変化を調査し、比較した(図14)。

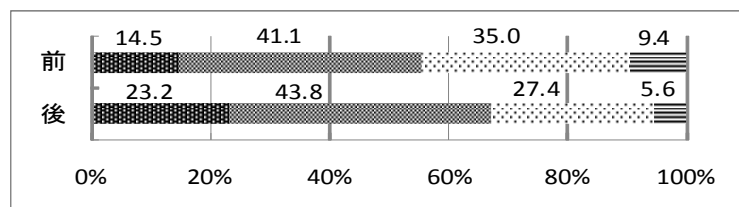
- ・調査時期 事前調査9月上旬 事後調査12月下旬
- ・調査対象：調査研究協力員の学校の児童生徒 事前698名 事後702名の割合
- ・自分の考えに近いものを選ぶ
(■■■ ととも思う ■■■ 少し思う ■■■ あまり思わない ■■■ 思わない)

設問1 理科の勉強は考え方を身につけるのに役立つか



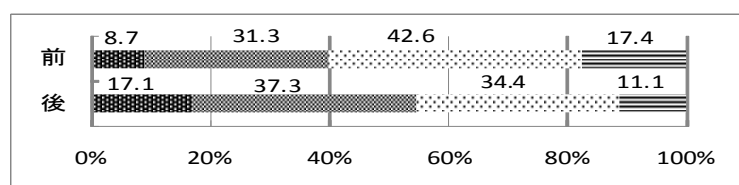
○探究的に課題を解決しようとする学習を主体的に行うようになり、その学び方に価値を見出し、有用性を実感する意識が高まった。

設問2 理科の観察や実験が好きか



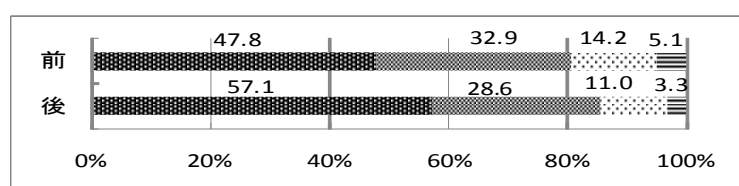
○理科の根幹の一つである観察、実験を重視する学習を十分に行うことで、観察、実験への関心が高まった。

設問3 理科で勉強したことを学習中や生活で説明、発表、誰かに伝えたか



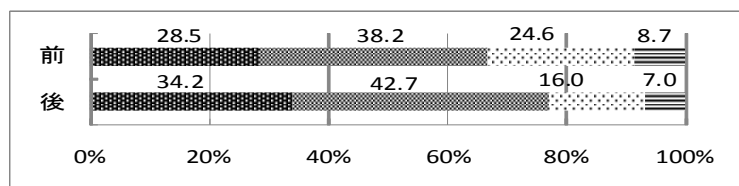
○コミュニケーション活動を重視することにより学んだことを用いて発表や説明をしたり、誰かに伝えようとする意欲や態度が向上した。

設問4 理科で勉強したことを自然や生活で見つけたか



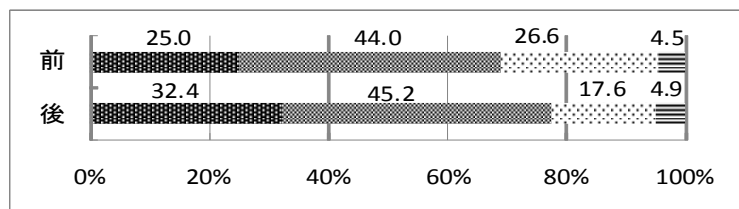
○理科と自然事象や社会生活を関連させて考える意識が高まった。特に4の「とても思う」と回答する割合が増えた。

設問5 理科の勉強は将来に役立つか



○理科の学びを将来、活用しようとする意識が高まった。PISA調査2006の課題の一つであった「理科は、将来あまり役に立たない」の項目が改善された。

設問6 理科の授業は楽しいか



○理科の関心意欲が高まった。

「とても思う」を選択した割合が、特に高まった。理科の有用性を実感させる5つのプランを意識した授業を継続することで、理科への関心が高まった。

図14 児童生徒の意識調査の比較(全体)

4 まとめ

児童生徒が、理科の有用性を実感するためには、学んだことと自然事象や社会生活がつながり、活用されていることに気づかせることが大切である。理科の有用性を実感して探究的な学習に取り組むことは、生涯にわたり、学んだことを使って実社会・実生活で活用し、よりよく生きようとする、本来あるべき学びの姿につながる。

理科の有用性を実感する5つのプランによる指導は、児童生徒が探究意欲や関心意欲を高めたり、理科と自然や社会生活とをつなげて考えたり、理科を学ぶ意義に気づき、理科の有用性を実感する上で有効であった。この指導方法により、学習全般や、日常生活、職業についての基礎的な考え方を培い、将来の社会生活で活用しようとする科学技術リテラシーを高めることができる。

今後は、5つのプランを活用した実践の普及と教員の授業デザイン力の向上が求められる。そして将来的には、小学校では6年間を、中学校、高等学校においては、それぞれ3年間を見通した体系的なスキルを身につけるための計画の作成を検討する必要がある。

主な参考，引用文献

1 主な参考文献

- ・小倉康「科学的リテラシーと科学的探究能力」2006
- ・小倉康「科学コミュニケーション支援型学習と子どもたちの理科学習への価値意識との相関」2006
- ・小倉康「理科好きの裾野を広げ，トップを伸ばす科学カリキュラムとは」2007
- ・小倉康「PISA の調査項目を用いた日本の中学生と後項1年生の科学への態度の比較」2009
- ・国立教育政策研究所「理科教育の改善施策の立案に資する調査研究状況について」2010
- ・科学技術の智プロジェクト（学術会議）「21世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト」2008
- ・国立教育政策研究所「OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）2009年度調査の結果について」2010
- ・国立教育政策研究所 キャリア教育支援資料「学校の特色を生かして実践するキャリア教育」－小・中・高等学校における基礎的・汎用的能力の育成について－2011
- ・独立行政法人国立科学博物館「科学リテラシー涵養活動」を創る～世代に応じたプログラム開発のために～ 2008

2 引用文献

- ・小川義和「社会とつながる科学教育－地域の資源を活用した地学教育から考える－」2010
- ・小倉康『科学』（Vol. 80 (5), 2010）Robin Millar:1996, Towards a science curriculum for public understanding, School Science Review, Vol. 7 7(280), pp. 6-18

テーマ 理科の有用性を実感する指導方法の調査研究

研究対象校 小・中・高等学校

研究領域 学習指導法 理科 有用性

小・中・高等学校の児童生徒に，理科における有用性を実感させる効果的な指導の在り方について追究した。

理科の有用性を実感する5つの指導方法の提示し，それに基づいた検証授業を実施した。児童生徒の実態調査を基に，5つの指導方法の有効性を検証した。

【検索語】 小学校，中学校，高等学校，理科，有用性，実感，意義，指導方法

研究報告 第 3 9 7 号

平成 2 4 年 3 月 3 1 日

編集発行者 千葉県総合教育センター所長

草刈 精一

発行所 千葉県総合教育センター

〒 261-0014 千葉県千葉市美浜区若葉 2 丁目 1 3 番

TEL 0 4 3 - 2 7 6 - 1 1 6 6

FAX 0 4 3 - 2 7 6 - 5 1 2 8
