

# 「科学技術の進歩」学習における科学を学ぶ 有用性の実感を促す授業の工夫とその効果

Practical Study on the Effects of a Program Related to “Progress in Science and Technology”

理科 菌 部 幸 枝

## 要 旨

国立政策研究所の「PISA 調査アンケート調査項目による中3調査集計結果（速報）」について（以下「PISA 中3調査集計結果」と表記する）において、中学校段階の理科教育においていくつかの課題が示された。その中に「理科や科学を学ぶ価値や意義を実感させる必要があること」、「科学に関連する職業意識を養う取り組みが必要なこと」が示された（国立政策研究所，2008）。

そこで中学校第3学年の理科の単元「科学技術と人間」において、単に科学に関連する職業を紹介するのではなく、科学研究を職業とする科学者に着目した授業を考案した。科学者に着目した授業とは具体的に、授業「私が紹介する科学者」で生徒が過去の著名な科学者について調べ発表するもの、授業「研究者による特別授業」で現役の科学者（研究者）による特別授業を実施するもの、授業「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」において DNA 抽出実験と組み合わせた科学者紹介を実施するものである。

これら考案した授業を実践しその効果を調べるために、「PISA 中3調査集計結果」の調査アンケート項目（国立教育政策研究所，2008）の一部を利用した。事前・事後の調査結果を日本の中3平均、OECD 平均と比較し（国立教育政策研究所，2008）、その効果を検証した。また、考案した授業実践の直後に授業そのものに対する評価についても調査した。

中学校段階の理科教育において示された前述の課題に関して、本実践の「私が紹介する科学者」、「研究者による特別授業」、「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」は効果があることが示唆された。しかし、本実践が中学校段階の最終場面であり、それまでの理科教育や本校全体での取り組みなどの影響も大きく、本実践だけの効果とは断言できなかった。今後、改善策を検討し、より詳細に効果を調べることを課題としたい。

キーワード：science education, profiles of scientists, usefulness of science, science and technology

## I はじめに

### 1. 問題の所在

国立政策研究所のプレス発表資料「PISA 中3調査集計結果」によると、日本の中学3年生において、経済開発協力機構（OECD）平均と比べて良好とは言えない項目が多数見られ、中学校段階の理科教育においていくつかの課題が示された。その中に「理科や科学を学ぶ価値や意義を実感させる必要が

あること」, 「科学に関連する職業意識を養う取り組みが必要なこと」が示された(国立政策研究所, 2008)。平成20年1月の中央教育審議会答申においても理科の課題の一つに「理科の学習に対する意欲は他の教科と比較して高いといえるが, それが大切だという意識が高くないという両者の乖離が課題である。」とあり, 科学の有用性を実感できていないことを問題としてあげている(中央教育審議会, 2008)。現行の学習指導要領策定に当たっての改訂は, その要点の一つに「科学を学ぶ意義や有用性を実感させ, 科学への関心を高めること」を挙げている(文部科学省, 2008)。

私自身の理科授業の実践をふり返ると, 自然や生命の巧みさを実感させること, 科学的概念の構築, 科学的思考力の育成などを重視した授業づくりに努め, さまざまな授業を通して科学を学ぶ価値や意義を実感させ, また, 生活の中に活用されている科学を紹介することで科学の有用性を実感させるように取り組んできた。しかし, 科学に関連する職業意識を高めることについては特別に意識してきたとはいえない。科学に関連する職業意識を高めることは, 理科教育における課題であると同時に自身の理科授業実践においても課題であると認識した。

先行研究では, 中学校「科学技術と人間」において吸水性ポリマーを教材として多面的に情報を集め探究する過程で, 学ぶ内容の有用性と学ぶことの意義を実感することを目指す授業の実践(佐藤, 2006), 小学生を対象として「磁石」でクリップモーターをつくる過程で学習内容と生活との関連性や科学技術の有用性を伝える授業実践(土田ら, 2009), 中学生を対象に企業の協力を得て中空糸型透析器と腎臓について学ぶ授業実践(成瀬ら, 2010), 中学校理科の学習内容と企業の先端技術とを関わらせた授業実践(松村ら, 2010)などがある。科学に関連する職業の成果物から学ぶというのも一つのアプローチの方法であるが, 科学に関連する職業に関わる「人物」に着目した実践もアプローチの方法の一つと考え, そのような授業の実践報告が見られない点を問題ととらえた。

## 2. 研究の目的

理科授業の中で科学に関連する職業に関する内容を扱うことで, 生徒が科学に関連する職業を身近に感じ, 科学への興味・関心を高め, 科学を学ぶ価値や意義を実感できるのではないかと考えた。

そこで, 科学に関連する職業を身近に感じられるような授業を, 中学校第3学年の「科学技術と人間」の単元において実践することを計画した。本単元を選んだ理由は, 本単元で扱う科学技術の進歩・発展において, 科学に関連する職業を科学技術の進歩・発展という流れの中で扱うことで, 豊かな生活とのつながりを実感し, 科学の有用性を一層実感できると考えたからである。

本実践では, 科学に関連する職業を, 職業の成果物や職業そのものにスポットを当ててではなく, それに携わる「人物」に着目するような授業を計画することにした。というのも, 科学に関連する職業について人を通して知ることで, 人の手によって科学技術が進歩し, 生活を豊かにしていると生徒が実感できると考えたからである。また, 科学技術の進歩・発展は過去の科学者の連綿とした努力の結果であり, かつ, 科学技術の進歩・発展は現在進行中であること, また, それらが多くの研究者の地道な努力により支えられていることを知ってほしいと考えたからである。そこで, これまでの科学技術の進歩・発展に貢献した過去の著名な科学者や偉人に着目することにした。次いで, 現役の科学者(研究者)から学ぶ機会をもつことにした。さらに, 科学者が過去から現在へと脈々とつながっていると感じられるよう, 過去と現在をつなぐ題材を扱うことにした。

具体的な授業として, テーマ「私が紹介する科学者」において, 生徒が過去の著名な科学者や偉人について調べ発表するもの, テーマ「研究者による特別授業」において, 現役の科学者による特別授業を実施するもの, テーマ「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」において, DNA 抽出実験と組

み合わせた科学者紹介を実施するものを考案することにした。DNA 構造が20世紀半ばに解明されてから現在まで、DNA に関する研究は急速な進歩を遂げて現在に至っており、今後、遺伝子診断、遺伝子治療と、DNA の基礎知識がないと科学的に意思決定することが難しくなる時代となる。DNA について少しでもイメージをもつことはとても重要と考え、DNA を学習対象とした。

本研究では、これらを新たな試みとする授業を考案・実践し、特に「PISA 中3 調査集計結果」で課題としてあげられた「科学の身近さや有用性」、「科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」の視点での調査と、授業そのものに対する生徒の評価をもとに、考案した授業の効果を調べることを目的とした。

## Ⅱ 研究の方法と実践の概要

### 1. 研究の方法

以下のような手順で研究を行った。

- (1) 授業の方針立案
- (2) 授業の考案と準備
- (3) 授業の効果検証方法の検討
- (4) 授業の実践と効果の検証

### 2. 授業の考案と準備

科学に関連する職業に関わる「人物」に着目した授業を考案するに当たって、以下のような方針を立て、授業の準備を行った。

#### (1) 授業の方針立案

- ・科学に関連する職業について、その職業に携わる「人物」を通して学べるような授業とする。
- ・生徒の主体的な学びを実現できるような授業とする。
- ・これまでの科学技術の進歩・発展を実感できるよう、過去の著名な科学者や偉人を学ぶ対象にする。
- ・現在の科学の進歩を実感できるよう、現役の科学者（研究者）に触れる機会をもつ。
- ・科学技術の進歩・発展は過去から現在へと連続していることを実感できるような授業とする。

#### (2) 授業の考案と準備

授業の方針をもとにして、以下の3種類の授業を考案した。

##### ①「私が紹介する科学者」

生徒の主体的な学びの実現とこれまでの科学技術の進歩・発展を実感できるよう、過去の著名な科学者や偉人について生徒自身が調べ紹介することにした。生徒がより主体的に取り組めるようにするために、紹介する科学者を生徒自身が選べるようにした。また、クラス全員の前で発表する場を設けることにした。

生徒が選択する科学者のリストとして『Newton 世界の科学者100人 未知の扉を開いた先駆者たち』を活用した。また、生徒自身が担当した科学者を紹介するために、生徒に紹介原稿を作成させた。

##### ②「研究者による特別授業」

科学に関連する職業やそれに携わる人物を身近に感じさせるため、また、現在の科学技術の進歩・

発展を支えているのが科学者の努力の積み重ねであることを実感させるため、科学に携わる研究者からその専門に関する講義をしていただくことにした。科学者をより身近に感じ、自分たちのキャリアモデルにできるよう、本校の卒業生に講義を依頼した。

### ③「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」

現在、めざましい進歩を遂げている科学技術の分野の一例として DNA を挙げ、その構造解明に関わった過去の科学者を紹介することにした。また、DNA についてより身近に感じられるよう、また、DNA の特徴を学べるよう、DNA 抽出実験を行うことにした。先ず、DNA 構造解明に関わった科学者ワトソン、クリック、ウィルキンス、ロザリンド・フランクリンの 4 人に着目し、ロザリンド・フランクリンを中心に 4 人の人間関係や業績を紹介するスライドをプレゼンテーションソフトで作成した。次いで DNA の二重らせん構造の説明に役立てるために模型を準備した。更に DNA 抽出実験の方法について検討し、短時間に行えるよう簡易的な方法をとることにした。

#### (3) 授業の効果検証方法の検討

考案した授業を取り入れた単元全体の学習の効果を調べるために、単元前後で同じ調査項目を用いて比較することにした。その調査項目として「PISA 中 3 調査集計結果」(国立教育政策研究所、2008)(稿末【資料 1】)の中の特に本単元の学習に関連する問14「科学の身近さ・有用さ(全般的価値)」の 5 項目((1), (2), (4), (6), (9)), 問14「科学の身近さ・有用さ(個人的価値)」の 5 項目((3), (5), (7), (8), (10)), 問23「学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」の 4 項目、計14項目を用いた。単元前後で得られた結果を、OECD 平均と国立政策研究所による中 3 調査結果平均と比較することにした。

考案した授業そのものに対する生徒の評価について、以下の i から iv を【授業直後の調査項目】として挙げた。本研究で考案した 3 種類の授業「私が紹介する科学者」、「研究者による特別授業」、「DNA の構造解明の歴史と DNA 抽出実験」は授業時数がそれぞれ 2 時間、2 時間、1 時間であり、計 5 時間の授業終了時に調査した。

#### 【授業直後の調査項目】

- i 授業に興味・関心はもてましたか。
- ii 科学者についてもっと知りたいと思いましたか。
- iii 科学者に関する授業をもっと取り入れるべきだと思いますか。
- iv 科学技術の進歩・発展に興味・関心はもてましたか。

選択肢：とてもそう思う、少しそう思う、あまりそう思わない、全くそう思わない

#### (4) 授業の実践と効果の検証

##### 【授業の実践計画】

単元の学習時期：平成24年 1 月～2 月

対象：勤務校の平成23年度中学 3 年生 4 クラス

単元：「科学技術と人間」

事前調査：2012年 1 月10日

単元の指導計画 (12時間)

- (1) エネルギー資源の利用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(2 時間)
- (2) 放射線とその利用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(3 時間)
- (3) 新素材・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(2 時間)
- (4) 科学技術の進歩

### 考案した授業

- ①「研究者による特別授業－マテリアル－」・・・・・・・・・・2/14（1時間）
- ②「私が紹介する科学者」発表会（1）・・・・・・・・・・2/15（1時間）
- ③「私が紹介する科学者」発表会（2）・・・・・・・・・・2/16（1時間）
- ④「DNA構造解明の歴史とDNA抽出実験」・・・・・・・・・・2/21（1時間）
- ⑤「研究者による特別授業－再生医療－」・・・・・・・・・・2/22（1時間）

事後調査：2012年2月22日

## 3. 実践の概要

### (1) 授業「私が紹介する科学者」

過去の偉人や著名な科学者100人の名前（『Newton 世界の科学者100人 未知の扉を開いた先駆者たち』の目次）を挙げ、生徒はそこから自分が調べたいと思う科学者を選択した。クラス内で選ばれる科学者が重複しないよう、希望が重なった場合はジャンケンをして決定することにした。次の1時間を使って原稿を作成することを予告し、資料があれば持ってくるよう伝えた。複数の資料から読みとり、原稿を作成してほしいと考え、生徒が選択した科学者の関連内容を前述の本からコピーして生徒に渡した。1時間の時間内に原稿を完成させた生徒が各クラス数名いたが、多くは家庭学習の課題となった。本校入試のための生徒自宅学習期間を利用して原稿を完成させた。私立高校入試で授業に参加できなかった生徒もいたため、本課題に取り組めた生徒は男子9名女子72名合計81名であった。

2月8日に原稿を提出させ、紹介する科学者が活躍した時代順になるように原稿を並べて印刷し、クラスごとに1冊にまとめ、生徒全員に配布した。授業では、冊子に印刷された順に生徒が一人ずつ全員の前で原稿を読み上げる形で発表した。原稿が複数枚のものもあり、そのような場合はポイントを絞って発表させるようにした。稿末【資料2】に4クラスの生徒が紹介した科学者を表にまとめて示した。

### (2) 授業「研究者による特別授業」

特別授業を担当することになった卒業生を紹介し、特別授業を開始していただいた。以下に各授業の概要を示す。

#### ①授業「研究者による特別授業－マテリアル－」

大学で教鞭を執りつつ新素材開発研究を行っている本校卒業生（1977年卒 早稲田大学理工学術院菅原義之教授）の授業である。

身の回りの製品を「物質」という視点で分類し、現代の情報社会を支える光ファイバーのしくみ、歴史的に長く人間社会を豊かに発展させてきた金属やセラミックの性質、現在広く活用されているプラスチックの性質などについて、スライドと実験を用いて分かりやすく解説された。炭素繊維の性質とその活用場面、複合素材の利用、新素材の開発の実例について、実物を提示しつつ説明された。最後に科学関連の進路選択について、ご自身の例を交えてのお話があった。

#### ②授業「研究者による特別授業－再生医療－」

現在歯科医師の仕事を中断し、小さなお子さんを育てながら大学の研究室で再生軟骨の研究を行っている本校卒業生（1993年卒 東京大学 松山真理子研究員）の授業である。

軟骨が体内では再生されないこと、一方で軟骨再生が求められている医療現場の状況、軟骨を培養し必要な箇所に移植する技術とこれまでの研究の歩み、実際の手術における再生軟骨の準備作業などについての説明があった。さらにご自身の中学、高校時代の進路に対する認識と、実際に歯科医師と

して人生を歩み始めながらも、ご自身が目指す目標を再認識し、進路を変更して研究生生活を送っているというお話もあった。

### (3) 「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」

DNA 構造解明に関わった4人の科学者について、ロザリンド・フランクリンを中心にワトソン、クリック、ウィルキンスを紹介し、その後、DNA 二重らせん構造の解説、DNA の抽出実験を行った。概要は以下の通りである。

〈「DNA 構造解明」に関わった科学者人物紹介の概要〉

- ・ DNA 二重らせん構造の解明が約60年前になされた。
- ・ ロザリンド・フランクリンのX線回折写真が、DNA の二重らせん構造の解明のもとになった。
- ・ ロザリンド・フランクリンの生い立ち。
- ・ ロザリンド・フランクリン、ウィルキンス、ワトソン、クリックの人間関係。
- ・ ワトソンとクリックがDNA 二重らせん構造解明の論文を発表した。
- ・ ロザリンド・フランクリンがガンでなくなった。
- ・ ノーベル賞がワトソン、クリック、ウィルキンスに与えられた。
- ・ 2008年にロザリンド・フランクリンの功績に対してコロンビア大学からホロウィツ賞が与えられた。

〈DNA の構造〉 DNA の二重らせん構造や大きさ、複製方法について、模型と板書により解説した。

〈DNA 抽出実験〉 ブロッコリーから DNA を抽出する実験を行った。(方法は稿末【資料3】参照)

## Ⅲ 結果と考察

### 1. 事前調査と事後調査の結果

調査結果は男子24名、女子81名、合計105名から得られた。「PISA 中3 調査集計結果」に示された調査項目の問14、問23の結果について、肯定的な回答を答えた生徒の割合を調べた。その値を事前・事後とで比較し、かつ、OECD の調査結果、日本の中3 平均とも比較した。

「PISA 中3 調査集計結果」の調査アンケート項目の「科学の身近さ・有用さ (全般的価値)」に関する調査項目についての結果は、図1 から図5 に示したとおりである。

#### 【問14】「科学の身近さ・有用さ (全般的価値)」

- ・ (1) 科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる
- ・ (2) 科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である
- ・ (4) 科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ
- ・ (6) 科学は社会にとって有用なものである
- ・ (9) 科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす

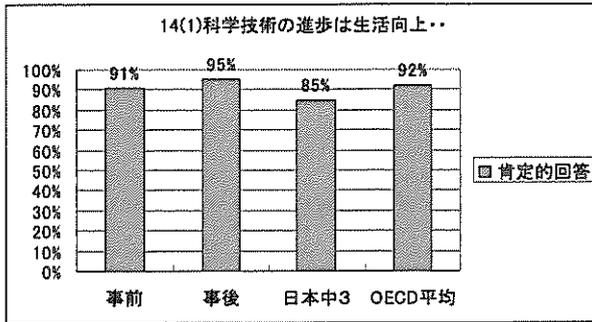


図 1

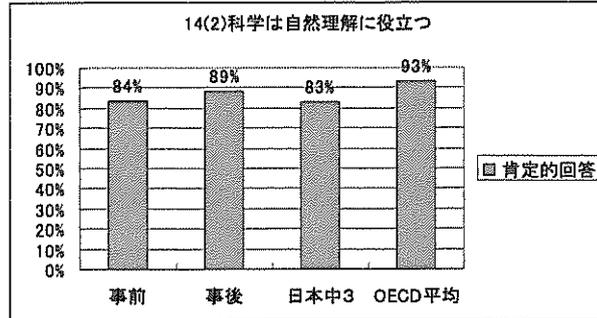


図 2

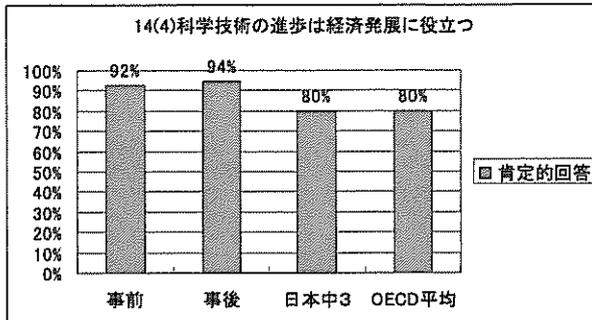


図 3

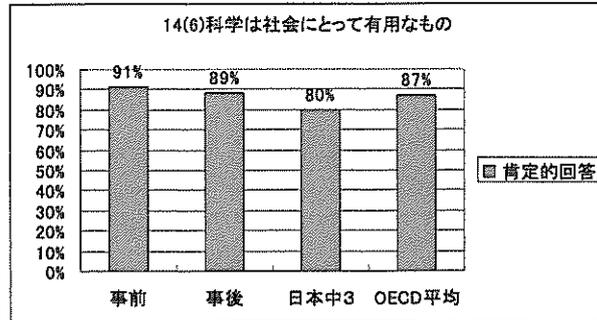


図 4

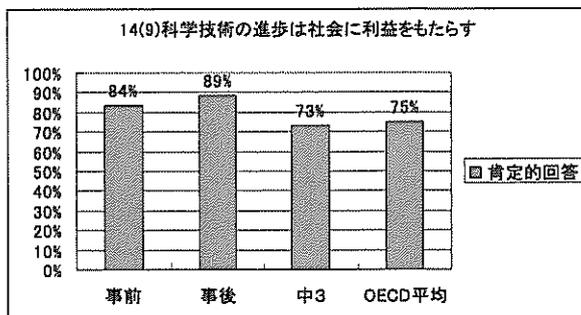


図 5

以下、各調査項目について考察した。

・ (1) 科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる

図 1 の結果より、肯定的回答が事前で91%と日本の中3の平均を上回り、事後では95%と OECD の平均をも上回った。本実践で開発した単元の学習効果と考えられる。

・ (2) 科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である

図 2 の結果より、肯定的回答が事前で84%、事後で89%と、日本の中3の平均83%を上回り、事後で増加したことから本実践で開発した単元の学習効果と考えられる。ただし、OECD 平均の93%には及ばず、「科学が自然界を理解するのに役立つ」という視点での学びを工夫し、学習を一層充実させられると考えられる。

・ (4) 科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ

図 3 の結果より、肯定的回答が事前で92%、事後で94%と、日本中3平均および OECD 平均の80%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、実践後においても意識の高い状態を維持していたことが示され、本実践で開発した単元の学習効果があったと考えられる。

・ (6) 科学は社会にとって有用なものである

図 4 より、肯定的回答が事前で91%、事後で89%と、日本中3平均80%および OECD 平均87%を

上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、実践後においてもわずかに減少したものの意識の高い状態を維持していたことが示された。

・(9) 科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす

図5の結果より、肯定的回答が事前で84%、事後で89%と、日本の中3平均73%およびOECD平均75%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、実践後において一層増加したことから、本実践で開発した単元の学習効果だと考えられる。

以上のことから、科学は社会にとって有用であるという価値観を本実践以前から多くの生徒がもち、本実践後も高い状態を維持・向上させたことから、本実践で開発した単元の学習効果と考えられる。「私が紹介する科学者」では、過去の著名な科学者や偉人の功績を知り、科学の有用性を実感したと推測される。また、「研究者による特別授業-マテリアル-」では、身の回りにある物質が科学技術の進歩・発展の過程でつくられたもので、生活を便利にしていることを実感できるものであった。さらに「研究者による特別授業-再生医療-」では、これからの科学の進歩により救われる人々が大勢いるという科学へ期待感を持つことができるものであった。これらの授業の効果が大きいと推測される。

「PISA 中3 調査集計結果」の調査アンケート項目の「科学の身近さ・有用さ（個人的価値）」に関する調査結果では、図6から図10に示したとおりである。

【問14】「科学の身近さ・有用さ（個人的価値）」

- ・(3) 科学の考え方の中には、他の人々とどう関わっているかを知るのに役立つものがある
- ・(5) 大人になったら科学を様々な場面で役立てたい
- ・(7) 科学は、私にとって身近なものである
- ・(8) 科学は身の周りのことを理解するのに役立つものだと思う
- ・(10) 学校を卒業したら、科学を利用する機会がたくさんあるだろう

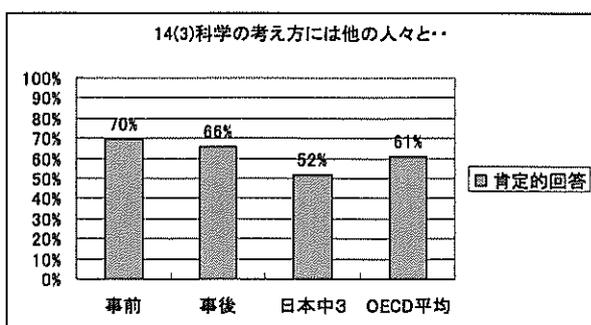


図 6

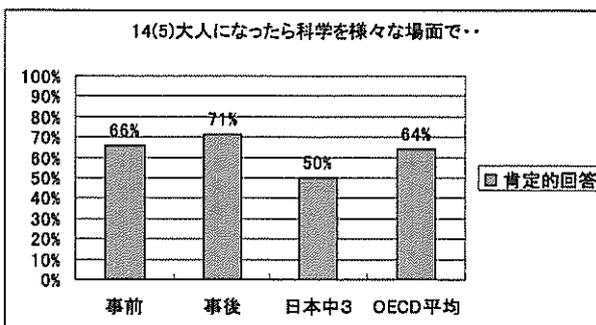


図 7

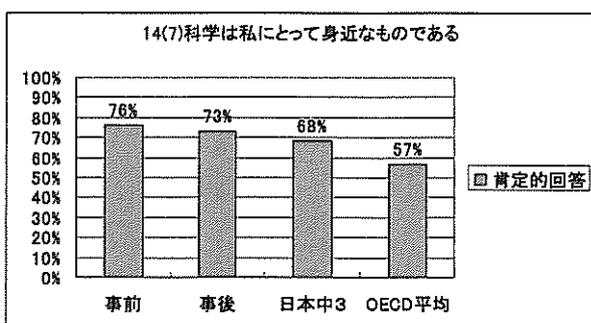


図 8

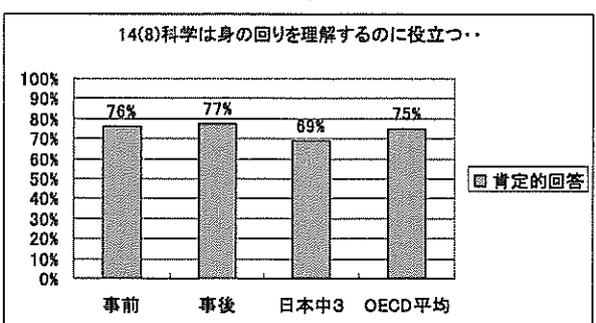


図 9

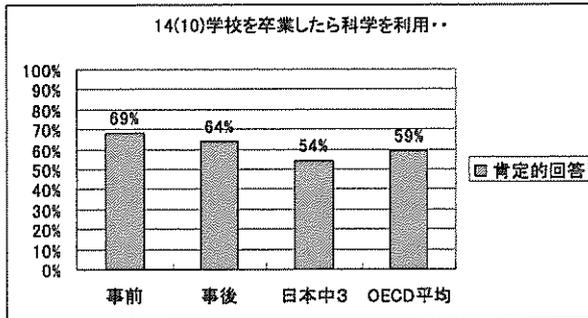


図10

以下、各調査項目について考察した。

・(3) 科学の考え方の中には、他の人々とどう関わっているかを知るのに役立つものがある

図6の結果より、肯定的回答が事前で70%、事後で66%と減少したものの、日本の中3平均52%およびOECD平均61%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関する意識が日本の中3平均およびOECD平均より高く、実践後において、減少したものの高い状態を維持していた。ただし、肯定的回答を減少させるような影響を与えたと推測されるのは、「DNA構造解明の歴史とDNA抽出実験」の中で扱った「DNA構造解明に関わった科学者人物紹介」である。というのも、ロザリンド・フランクリンが撮影したX線回折写真が正式なルートをとらずにワトソン・クリックに渡りDNA構造解明につながったらしいことを紹介したとき、少なからずショックを受けている様子が生徒に見られたからである。

・(5) 大人になったら科学を様々な場面で役立てたい

図7の結果より、肯定的回答が事前で66%、事後で71%と増加し、日本の中3平均50%およびOECD平均64%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して日本の中3平均およびOECD平均より意識が高く、事後において増加したことから、本実践で開発した単元の学習効果があったと考えられる。

・(7) 科学は、私にとって身近なものである

図8の結果より、肯定的回答が事前で76%、事後で73%と、日本の中3平均68%およびOECD平均57%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して日本の中3平均およびOECD平均より意識が高く、実践後においてわずかに減少したものの意識の高い状態を維持していたことが示された。ただし、少なからず肯定的回答を減少させたのは、前述の科学者の人間関係に対するマイナスイメージが影響したのかもしれない。

・(8) 科学は身の周りのことを理解するのに役立つものだと思う

図9の結果より、肯定的回答が事前で76%、事後で77%と、日本の中3平均69%およびOECD平均75%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、事後において維持された。

・(10) 学校を卒業したら、科学を利用する機会がたくさんあるだろう

図10の結果より、肯定的回答が事前で69%、事後で64%と、日本の中3平均54%およびOECD平均59%を上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、実践後においてわずかに減少したものの日本の中3平均およびOECD平均と比較すると高い状態を維持していたことが示された。

「科学の身近さ・有用さ（個人的価値）」に関する調査では、事前から事後で増加するものは少なく、

維持、あるいはわずかに減少するものがあった。しかし、日本の中3平均やOECD平均を上回るような高い状態を維持していた。「科学の身近さ・有用さ(個人的価値)」について、本実践以前から多くの生徒がその価値を認め、一部の項目は本実践後も高い状態を維持したことから、本実践で開発した単元の学習、特に本校卒業生による「研究者による特別授業」の効果があったのかもしれない。ただし、事前から事後にわずかながらでも減少したものがあり、「DNA構造解明の歴史とDNA抽出実験」の中で扱った「DNA構造解明に関わった科学者人物紹介」の科学者の人間関係の紹介が影響したと推測される。

「PISA中3調査集計結果」の調査アンケート項目の「学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」に関する調査結果では、図11から図14に示したとおりである。

【問23】(学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる)

- ・(1) 私の学校では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識を学ぶための科目を受けることが可能である
- ・(2) 私の学校の理科の授業では、多くの異なる職業に就くための基礎的な技能や知識を生徒に教えている
- ・(3) 私が学んでいる科目では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識が学べる
- ・(4) 私の学校の先生は、科学に関連した職業に就くための基礎的な技能や知識を教えてくれている

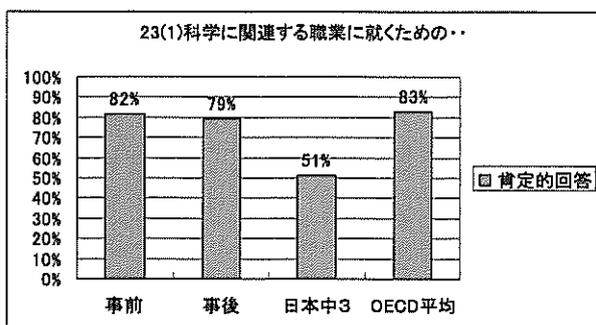


図11

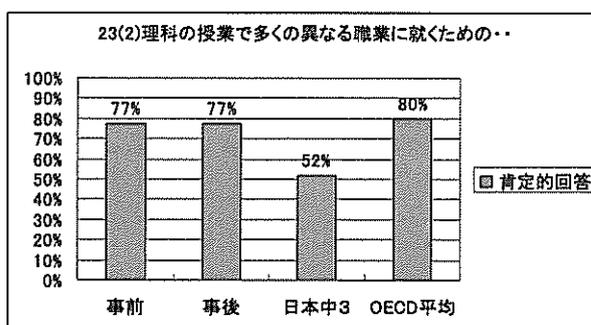


図12

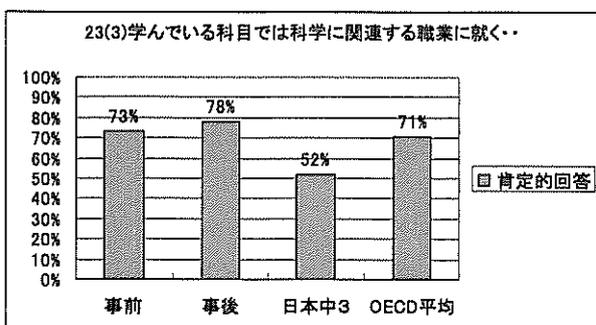


図13

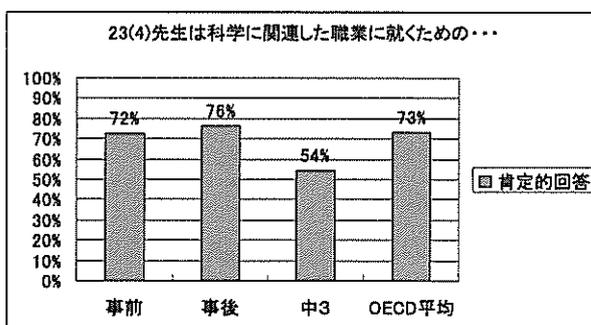


図14

以下、各調査項目について考察した。

- ・(1) 私の学校では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識を学ぶための科目を受けることが可能である

図11の結果より、肯定的回答が事前で82%、事後で79%とわずかに減少したものの、日本の中3平均51%を大きく上回るような高い状態を維持した。これは本校での教育全般の効果であると考えられる。ただし、OECD平均の83%には及ばず、「科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知

識を学ぶこと」に関しての学びを充実させる余地があると考えられる。

- ・(2) 私の学校の理科の授業では、多くの異なる職業に就くための基礎的な技能や知識を生徒に教えている。

図12の結果より、肯定的回答は事前も事後も77%と変化はなかったが、日本の中3平均52%を大きく上回るような高い状態を維持した。これはこれまでの本学年に対してなされた理科教育全般の効果であり、本実践で開発した単元の学習効果とも考えられる。ただし、OECD平均の80%にはわずかに及ばず、「理科の授業では多くの異なる職業に就くための基礎的な技能や知識を生徒に教える」ことに関しての学びを一層充実させる工夫と改善が可能と考えられる。

- ・(3) 私が学んでいる科目では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識が学べる

図13の結果より、肯定的回答が事前で73%、事後で78%と、日本の中3平均52%を大きく上回り、かつ、OECD平均71%をわずかであるが上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、事後において増加したことから、これまでの本学年に対してなされた理科教育全般の効果と、本実践で開発した単元の学習効果と考えられる。

- ・(4) 私の学校の先生は、科学に関連した職業に就くための基礎的な技能や知識を教えてくれている

図14の結果より、肯定的回答が事前で72%、事後で76%と、日本の中3平均54%を大きく上回り、かつ、OECD平均73%をわずかであるが上回った。本実践を含む単元学習以前から本項目に関して意識が高く、事後においてわずかではあるが増加したことから、本校での教育全般の効果であり、本実践の効果であると考えられた。

「学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」の調査では、事前・事後で大きな変化はなかったが、どの項目においても70%以上と高い値であった。これは本実践の効果だけでなく、これまでの理科の授業や本校での教育全般の影響も大きいと考えられるが、本実践の効果もあると考えられる。また、本実践で考案した授業「研究者による特別授業」は卒業生の現役研究者による講義であり、進路に関する具体的なお話もあったため、本項目において意識が高い状態を維持する効果があったと推測される。

## 2. 授業直後の調査結果【授業直後の調査項目】

以下の調査項目について、選択肢「とてもそう思う」を4、「少しそう思う」を3、「あまりそう思わない」を2、「全くそう思わない」を1として統計処理を行った。

### 【授業直後の調査項目】

- i 授業に興味・関心はもてましたか（グラフでは「授業」、表では「i」と表記）。
- ii 科学者についてもっと知りたいと思いましたか（グラフでは「科学者」、表では「ii」と表記）。
- iii 科学者に関する授業をもっと取り入れるべきだと思いますか（グラフでは「取り入れる」、表では「iii」と表記）。
- iv 科学技術の進歩・発展に興味・関心はもてましたか（グラフでは「進歩」、表では「iv」と表記）。

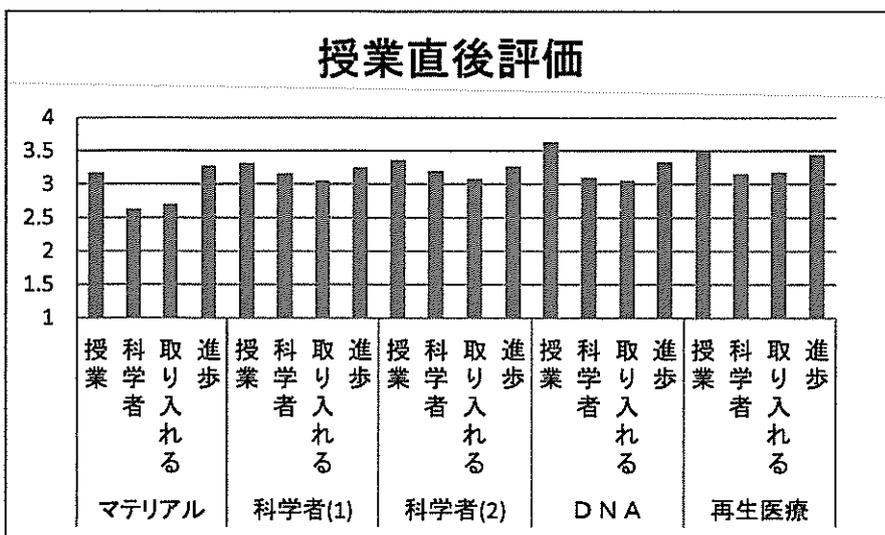
「研究者による特別授業－マテリアル－（図と表では「マテリアル」と表記）」「研究者による特別授業－再生医療－（図と表では「再生医療」と表記）」「私が紹介する科学者（1）、（2）（図と表では「科学者（1）」、「科学者（2）」と表記）」「DNA構造解明の歴史とDNA抽出実験（図と表では「DNA」と表記）」の授業直後の調査結果では、図15より、「私が紹介する科学者（1）」以降、すべての項目

で肯定的な回答（4または3）が増え、尺度平均値も高くなった。生徒自らがプレゼンターになることで、また、友達の発表を聞くことで、科学者および授業に対する興味・関心が高まったと考えられる。

「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」では、DNA 抽出実験と科学者人物紹介を組み合わせたことで、授業への興味・関心が一層高まったと考えられる。単に人物だけでなく、関連する実験や観察などを組み合わせることで効果が上がると考えられた。

「研究者による特別授業-マテリアル-」では、普段目にする身近な材料から、現在研究室で開発されつつある材料まで、実際に手に取り、実験して、考えて、と様々なアプローチで物質を捉える内容であったため、生徒にとっては新鮮であり興味・関心をかき立てられるものになったと考えられる。

「研究者による特別授業-再生医療-」では、女性の卒業生が担当し、女子生徒にとってはキャリアモデルにもなったと考えられる。また、体内では再生できない軟骨を科学技術で再生させ、ひざや腰の痛みを抱えている人を救う可能性を期待できる研究内容の紹介であったため、生徒の授業への関心が非常に高い様子が見てとれた。



	マテリアル				科学者 (1)				科学者 (2)				DNA				再生医療			
	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv
4	35	11	13	42	41	37	32	37	42	37	33	41	61	31	31	43	54	36	36	51
3	33	37	40	30	41	37	37	43	46	42	40	39	27	41	38	36	27	33	35	29
2	16	33	27	10	8	14	19	10	4	12	17	12	0	14	16	9	7	18	16	7
1	2	5	6	4	2	4	4	2	2	3	4	2	2	4	5	2	1	2	2	2

マテリアル：N=86, 科学者 (1)：N=92, 科学者 (2)：N=94, DNA：N=90, 再生医療：N=89

図15

#### IV 全体のまとめと今後の課題

本実践研究は、理科授業の中で生徒が科学に関連する職業について「人物」を通して知ること、科学に関連する職業を身近に感じ、科学への興味・関心を高め、科学を学ぶ価値や意義を実感できると考え、授業を考案し実践し、調査を行いその効果を調べるものであった。

その効果を確認するために実施した「科学の身近さ・有用さ（全般的価値）」「科学の身近さ・有用

さ（個人的価値）」「科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」に関する調査結果から、実践前から既にそれぞれの意識の高さが示され、多くの項目で本実践後も維持され、一部の項目で上昇したという結果が得られた。このことから、これまでの本校の教育全般および理科教育全般の効果と、本実践の効果が示された。特に、「科学の身近さ・有用さ（全般的価値）」の「(1) 科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる」、「(4) 科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ」、「(9) 科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす」という科学技術の進歩に関する項目で肯定的回答が増えたという結果から、本実践が科学技術の進歩により生活や社会が豊かになっていると実感できるものであったと考えられる。特に「研究者による特別授業－マテリアル－」、「研究者による特別授業－再生医療－」では、科学技術の進歩に直接携わる研究者による具体的なお話しであり、科学技術の進歩の貢献度の高さを実感できたことと推測される。また、科学者（研究者）に直接触れ合う機会となり、科学者を身近に感じられたと考えられる。また、「私が紹介する科学者①、②」では、調べる過程で科学者の生い立ちやエピソードから人間らしい面を感じ取り、科学者に対する親近感を覚えたことと推測された。これらの授業実践は、課題であった「科学に関連する職業を身近に感じることに影響した」と推測される。

授業そのものに対しての生徒の意識を知るために実施した【授業直後の調査】結果では、「私が紹介する科学者①」実施後に「授業」「科学者」「取り入れる」の項目についての尺度平均値が上昇した。生徒自身の主体的な活動が意欲喚起につながったと考えられる。「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」では、「授業」の項目において尺度平均値が上昇した。これは、科学者人物紹介に DNA 抽出実験を組み合わせたことと、誰もが DNA 抽出を成功させることができたことが要因と考えられる。実験の達成感と DNA を物質として確認できたという実体験が授業への満足感を生んだと考えられる。

国立教育政策研究所による「PISA 中3 調査集計結果」で示された中学校段階の理科教育における課題（国立教育政策研究所，2008）のうち、「理科や科学を学ぶ価値や意義を実感させる必要があること」、「科学に関連する職業意識を養う取り組みが必要なこと」に関して、本試みである授業「研究者による特別授業」、授業「私が紹介する科学者」、授業「DNA 構造解明の歴史と DNA 抽出実験」は効果があることが示された。しかし、本実践までの本校の教育全般および理科教育全般の効果が大きいことも同時に示され、本実践の効果かどうかを判断しかねる部分もあった。今後、授業の内容や構成、効果検証の方法を検討・改善し、より詳細に調査することを課題としたい。

### 謝辞

本研究にあたり、お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科の室伏きみ子教授（現在名誉教授）より指導・助言を賜りました。ここに感謝申し上げます。また、本実践において特別授業を担当してくださいました本校卒業生の菅原義之様、松山真理子様へ感謝申し上げます。

本単元の実践は「財団法人 総合工学振興会 平成23年度科学技術普及助成」の支援を受けて実施したものであり、援助を賜ったことに感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- ・国立教育政策研究所 PISA 調査のアンケート項目による中3 調査集計結果（速報） 2008
- ・佐藤隆 理科を学ぶ意義を実感させる授業づくりの実践－「科学技術と人間」をテーマとして－日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集（45）78, 2009.

- ・竹内均監修：Newton 世界の科学者100人 未知の扉を開いた先駆者たち，教育社，1990.
- ・中央教育審議会 幼稚園，小学校，中学校，高等学校および特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申） 2008.
- ・土田美栄子 人見久城 理科教育における科学技術の有用性を伝える授業の開発～「磁石」を題材として～ 日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集（48）59, 2009.
- ・鶴田孝一，小池守，高津戸秀 科学技術の進歩する方向についての生徒の認識を深める中学校における授業実践研究－振動力発電教材を取り入れたエネルギー学習を通して－ 理科教育学研究 Vol.52, No1 2011. 7 37-46 日本理科教育学会.
- ・成瀬英明，寺田光宏 社会とつなぐ理科教育プログラムの開発（2）－中空糸型透析器を利用した理科授業実践－日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集（56），68, 2010.
- ・松村岳詩，寺田光 社会とつなぐ理科教育プログラムの開発（3） 学習内容と企業技術の関わりを視点として 日本理科教育学会東海支部大会研究発表要旨集（56），69, 2010.
- ・文部科学省 中学校学習指導要領解説 理科編 4, 2008.

### 【資料1】

・調査項目は「PISA 調査のアンケート項目による中3 調査集計結果（速報）」（国立教育政策研究所，2008）より調査用紙(PDF ファイル)をダウンロードして調査に用いた。PISA2006の調査項目のうち，本研究に関連する問14「科学の身近さ・有用さ（全般的価値）」の5項目，問14「科学の身近さ・有用さ（個人的価値）」の5項目，問23「学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる」の4項目，計14項目を分析の対象とした。

問14「あなたは，次のことについてどのように思いますか。(1)～(10)のそれぞれについて，あてはまる番号に一つ○をつけてください」

選択肢1：全くそうだと思う，2：そうだと思う，3：そうは思わない，4：全くそう思わない

- (1) 科学技術の進歩は，通常人々の生活条件を向上させる
- (2) 科学は，私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である
- (3) 科学の考え方の中には，他の人々とどう関わるかを知るのに役立つものがある
- (4) 科学技術の進歩は，通常，経済の発展に役立つ
- (5) 大人になったら科学を様々な場面で役立てたい
- (6) 科学は社会にとって有用なものである
- (7) 科学は，私にとって身近なものである
- (8) 科学は身の周りのことを理解するのに役立つものだと思う
- (9) 科学技術の進歩は，通常社会に利益をもたらす
- (10) 学校を卒業したら，科学を利用する機会がたくさんあるだろう

問23「あなたは，次のことについてどの程度そうだと思いますか。(1)～(4)のそれぞれについて，あてはまる番号に一つ○をつけてください。」（学校で科学に関連する職業に関する知識や技能を学べる）

選択肢 1：全くそうだと思う，2：そうだと思う，3：そうは思わない，4：全くそう思わない

- (1) 私の学校では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識を学ぶための科目を受けることが可能である。
- (2) 私の学校の理科の授業では、多くの異なる職業に就くための基礎的な技能や知識を生徒に教えている。
- (3) 私が学んでいる科目では、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識が学べる
- (4) 私の学校の先生は、科学に関連した職業に就くための基礎的な技能や知識を教えてくれている

調査用紙（PDF ファイルをダウンロードし、関連する項目のみを取り出したもの）

<p>問 14 あなたは、次のことについてどのように思いますか。(1)～(10)のそれぞれについて、あてはまる番号に一つ○をつけてください。</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">全くそう だと思 う</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">そうだ と思 う</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">そうは 思わ ない</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">全くそ う思 わな い</td> </tr> </table> <p>(1) 科学技術の進歩は、国民生活の生活条件を向上させ 1.....2.....3.....4</p> <p>(2) 科学は、私たちが自然現象を理解するために役立つ ものである 1.....2.....3.....4</p> <p>(3) 科学の考え方の中には、他の人々とどう関わり合 うために役立つものがある 1.....2.....3.....4</p> <p>(4) 科学技術の進歩は、健康、経済の発展に役立つ 1.....2.....3.....4</p> <p>(5) 大人になったら科学を様々な職業で役立てたい 1.....2.....3.....4</p> <p>(6) 科学は社会にとって有用なものである 1.....2.....3.....4</p> <p>(7) 科学は、私にとって興味のあるものである 1.....2.....3.....4</p> <p>(8) 科学は、自分の身の回りのことを理解するために役 立つものだと思う 1.....2.....3.....4</p> <p>(9) 科学技術の進歩は、国民生活に利益をもたらす 1.....2.....3.....4</p> <p>(10) 学校を卒業したら、科学を利用する機会がなくな らなくなる 1.....2.....3.....4</p> <p style="text-align: center;">3</p>	全くそう だと思 う	そうだ と思 う	そうは 思わ ない	全くそ う思 わな い	<p style="text-align: center;"><b>セクション5: 職業と科学について</b></p> <p style="font-size: small;">このセクションでは、科学に関連する職業に就くための基礎的な技能や知識を学ぶための科目を受けることが可能である。このセクションでは、10の中から「科学」ばかりでなく、科学を必要とする多くの職業が含まれてい ます。したがって、エンジニア（数理学が必要）や医薬学（生物科学が必要）、保健医 師（生物科学や化学が必要）、医師（数学が必要）なども、すべてこの「科学に関連する職 業」の前です。</p> <p>問 23 あなたは、次のことについてどの程度そうだと思いますか。(1)～(4)のそれぞれにつ いて、あてはまる番号に一つ○をつけてください。</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">全くそ う思 わな い</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">そう 思 わ ない</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">そう だ と思 う</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">全くそ う思 わ な い</td> </tr> </table> <p>(1) 私の学校では、科学に関連する職業に就く ための基礎的な技能や知識を学ぶための科 目を受けることが可能である 1.....2.....3.....4</p> <p>(2) 私の学校の理科の授業では、多くの異なる 職業に就くための基礎的な技能や知識を生 徒に教えている 1.....2.....3.....4</p> <p>(3) 私が学んでいる科目では、科学に関連する 職業に就くための基礎的な技能や知識が学 べる 1.....2.....3.....4</p> <p>(4) 私の学校の先生は、科学に関連した職業に 就くための基礎的な技能や知識を教えてく れている 1.....2.....3.....4</p> <p style="text-align: center;">10</p>	全くそ う思 わな い	そう 思 わ ない	そう だ と思 う	全くそ う思 わ な い
全くそう だと思 う	そうだ と思 う	そうは 思わ ない	全くそ う思 わな い						
全くそ う思 わな い	そう 思 わ ない	そう だ と思 う	全くそ う思 わ な い						

【資料 2】4 クラスで選択した科学者（数字は人数）

アリストテレス	2	アルキメデス	2	アインシュタイン	2
マルコ・ポーロ	3	コロンブス	2	レオナルド・ダ・ヴィンチ	3
マゼラン	1	コペルニクス	1	ガリレオ・ガリレイ	4
ケプラー	2	ジェームス・クック	1	レーウエンフック	1
関孝和	2	フランクリン	1	杉田玄白	2
平賀源内	2	キャベンディッシュ	1	伊能忠敬	2

エドワード・ジェンナー	2	フンボルト	1	シャンポリオン	1
チャールズ・ダーウィン	4	アンリ・ファーブル	1	メンデレーエフ	2
ローベルト・コッホ	2	カール・ベンツ	3	エジソン	4
アルバート・マイケルソン	1	北里柴三郎	2	牧野富太郎	1
マリー・キュリー	1	ライト兄弟	3	本多光太郎	1
大河内正敏	2	ハワード・カーター	2	ウェゲナー	1
A. フレミング	3	中谷宇吉郎	1	ウォルト・ディズニー	3
ブラウン	1	ジョージ・ガモフ	2	湯川秀樹	1

### 【資料3】

#### 〈DNA 抽出実験の方法〉

- ① DNA 抽出液を食塩と洗剤と氷水でつくる。
- ② 凍ったブロッコリーをすり下ろす。
- ③ すり下ろしたブロッコリーを抽出液に加えゆっくり混ぜる。
- ④ 茶こしで濾す。
- ⑤ 濾液の上に冷えたエタノールを静かにのせる。
- ⑥ 境界面から DNA が姿を現す様子を観察する。

[方法について以下の理由とともに説明した。]

- 抽出液に洗剤を加える理由・・・DNA は細胞の核の中に入っている。つまり、DNA を抽出するには細胞膜と核膜を分解する必要がある。脂質でできている膜を溶かすために洗剤を加える。
- 抽出液に食塩を加える理由・・・細胞を構成する物質の成分は主に水である。次いで多くあるタンパク質を除去する必要がある。濃度の高い食塩水でタンパク質を沈殿させることで取り除く。
- 低温下で実験する理由・・・細胞内には DNA 分解酵素が含まれている。低温で実験をすることで DNA 分解酵素のはたらきを抑制する。
- 作業をていねいに行う理由・・・DNA はナノメートルのレベルの太さで、極めて細く物理的にも切れやすい。
- 水とエタノールの境界面で DNA が姿を現す理由・・・DNA は水には溶けるがエタノールには溶けない性質がある。水に溶けていた DNA がエタノールに触れると姿を現す。

(実験が簡単なので DNA が細かくなってしまった場合はやり直しをさせた。DNA の抽出を全員が体験した。)