

最新の科学技術を活用した総合的学習の教材開発
—企業や関係諸機関との連携を通して—

Development of Teaching Materials in Comprehensive Learning
Utilizing the Latest Science and Technology.

八川 慎一 岡田 大爾 寺重隆視
Shin-ichi HACHIKAWA Daiji OKADA Takashi TERASHIGE

『広島国際大学 教職教室 教育論叢』
“*Hiroshima International University Journal of Educational Research*”
ISSN:1884-9482

第9号 抜刷
Off Print of the 9th Edition

広島国際大学 心理科学部 教職教室
Issued by Hiroshima International University Teacher Education Unit

2017年 12月
December, 2017

最新の科学技術を活用した総合的学習の教材開発 —企業や関係諸機関との連携を通して—

廿日市市立 阿品台中学校 八川 慎一
広島国際大学 心理科学部 教職教室 岡田 大爾
広島国際大学 工学部 情報通信学科 寺重 隆視

要旨：国際調査 OECD 生徒の学習到達度調査（PISA2015）で日本の学習意欲の低さが指摘される中、教科や総合的な学習の時間の学習の意義を強く感じさせる教材の開発が求められている。世界が最新の科学技術を駆使して持続可能社会の実現に近づけようと日々真剣に積み重ねている努力と成果の一端を中学生に体験させることで、自分達の未来を守り発展させるために教科等の学びの大切さを実感させることも大変重要と考えられる。そこで、本研究では、「最新の科学技術を活用した総合的な学習の時間を通して、生徒の①環境学習に対する関心、②科学技術の発達に対する興味、③環境改善に関するさらなる学習意欲をそれぞれ高めることができる。」という仮説を立て、対象中学校の地域性を生かして企業や関係諸機関を活用した観察、実験の教材開発を行い、総合的な学習の時間でその教材の有効性を検証した。ワークシートの記述とアンケートを中心とした検証結果から、最新の科学技術を活用した観察・実験は、環境学習に対する関心や科学技術の発達に対する興味を高め、さらなる学習意欲を高めることに効果的であることが確認できた。また、開発した技術者や広島県環境県民局職員と交流することにより、キャリア教育とつなげ、環境改善に関するさらなる学習意欲を高めることができた。課題としては、環境学習に対する関心意欲に留まることなく、実践力につなげていくことが必要であると考えられる。

1. 研究の考え方

持続可能社会の実現に向けて、中学校理科の重要性が増している。しかし、TIMSS2015¹⁾やPISA2015²⁾によると、日本の中学生の理科を学ぶ楽しさ、興味・関心、有用感、自己効力感、良い成績をとる必要感、科学関連活動への参加や科学関連への就職の期待感等が低いことが問題となっている。そこでまず、日本の学習指導要領をもとに理科や総合的な学習に対する考え方を整理する。

(1) 理科の単元「科学技術と人間」と総合的な学習の時間に関する考え方

中学校学習指導要領解説理科編³⁾の「(7) 科学技術と人間」の目標には、「エネルギー資源の利用や科学技術の発展と人間生活とのかかわりについて認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し判断する態度を養う。」と述べられている。

また、中学校学習指導要領解説理科編⁴⁾の「自然環境の保全と科学技術の利用」のねらいについて、「科学技術の発展と人間生活とのかかわり方、自然と人間のかかわり方について多面的、総合的

にとらえさせ、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察させ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させることがねらいである。」と述べられている。

次に、中学校学習指導要領 解説 総合的な学習の時間編⁵⁾（以下、同解説総合編とする。）の目標に、「横断的・総合的な学習や探究的な学習を通して、自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育成するとともに、学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的、協同的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えることができるようにする。」と述べられている。また、同解説総合編⁶⁾の指導計画の作成に当たっての配慮事項に、「学習活動については、学校の実態に応じて、例えば国際理解、情報、環境、福祉・健康などの横断的・総合的な課題についての学習活動、生徒の興味・関心に基づく課題についての学習活動、地域や学校の特色に応じた課題についての学習活動、職業や自己の将来に関する学習活動などを行うこと。」と述べられている。

これらのことから、まず、理科の科学技術と人間の単元では、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方を科学的に考察するだけでなく、さらにその在り方を判断する力まで育てていくことを目標にしていることが分かる。そして、持続可能な社会をつくっていく認識を深めるため、自然環境の保全を考えた科学技術の発展の状況に触れて科学的に考察させる内容を仕組み、自然と人間のかかわり方について、多面的、総合的にとらえさせることが求められていることが分かる。そしてこれらのねらいを達成するために、理科と関連させた総合的な学習の時間の指導計画を工夫して、関係諸機関や企業等と連携し、具体的な事物に触れさせたり、専門の講師を招聘したりする授業を通して、実感を伴った実践を仕組む必要があると考えられる。

（2）科学技術の発展と持続可能な社会のための環境教育に関する考え方

[文部省審議会答申等\(21世紀を展望した我が国の教育の在り方について\(第一次答申\)\)](#) (1996年) (以下、第一次答申(1996年)とする。)⁷⁾の「科学技術の発展と教育」において、「科学技術は、現代文明の発展を支え、人類の活動範囲を拡大してきた。今後、科学技術は、生命とは何か、物質とは何か、宇宙とは何かといった人類が抱えてきた根源的な問いの解明を試みながら、さらに発展していくものと予想される。そして、これらの発展は、人類にとって豊かな21世紀社会を築く原動力になるものと考えられる。人間の知的創造力が最大の資源である我が国にとって、諸外国以上に、科学技術の発展は重要である。」「我が国の科学技術の一翼を担ってきた企業に対しても、製造現場における最新鋭の施設や設備の見学の機会を子供たちに提供することを望みたい。その際、特に、研究者や技術者たちには、いかに苦勞しながら、創意工夫をしつつ、新しい生産技術を生み出してきたかを子供たちに伝えることなどを期待したい。」と述べられている。

また、第一次答申(1996年)⁷⁾の環境教育の改善・充実において、「環境教育においては体験的な学習が重視されなければならないということである。このことは、学校の教室での授業においても留意されるべきことであるが、時には、教室を出て、豊かな自然の中で、あるいは地域の中で、環境の大切さを実感しながら、環境について実際にどのようなことが問題となっており、その問題の解決に向け、どのような取組がなされているか、そして、自分たちは何をしなければならないの

か等を学べるような学習活動が大いに行われるべきなのである。また、こうした活動においては、地域の実態に応じて、社会教育施設等の関係機関や関係団体との連携を図ることも積極的に行われるべきであろう。」と述べられている。

さらに、持続可能な社会のためのエネルギー環境教育の観点から山下（2008）⁸⁾は、「世界規模で進んでいる経済成長や深刻化しつつある環境問題などを考えると、青少年の段階から『持続可能な発展』について客観的に理解できる能力を身につけることが大切になる。」と述べている。さらに、森、吉村（2008）⁹⁾は、「エネルギー環境教育は、次代を担う児童・生徒にエネルギーと環境の問題を理解する能力を身につけさせ、問題意識と興味を持たせると共に、彼らに将来の進路としての科学・技術の分野、あるいはそれに関わる産業の魅力を気づかせることも期待されている。」と述べている。

これらのことから、科学技術の発展は、これからの人類の原動力となることが予想され、人間の知的創造力が最大の資源である我が国においてとても重要であり、科学技術の発展に関する教育内容の創造が求められていることが分かる。また、研究者、技術者たちが苦労して生み出してきた技術やそれを開発するまでに至った営みについての学習や、体験的な学習が重要であると言える。さらに持続可能な社会を築いていくために、世界規模で深刻化しつつある環境問題にも視点を持たせ、環境改善や保全への意識を高める実践が求められていると言える。

本研究では、上記のような現状をふまえ水素自動車という最新の科学技術を題材に、マツダ（株）技術研究所、広島県環境県民局と連携し、理科の学習内容を総合的な学習の時間とつなげて観察・実験を工夫し、目標を達成することを考えた。

2. 本研究における仮説

本研究では、対象校の地域性を生かし、企業や関係諸機関と連携した観察、実験の教材化に取り組んだ。そして、次の仮説を立て、総合的な学習の時間で授業実践を行い、その教材の有効性を検証した。

仮説：「最新の科学技術を活用した総合的な学習の時間を通して、生徒の①～③の各項目を高めることができる。」

- ①環境学習に対する関心
- ②科学技術の発達に対する興味
- ③環境改善に関するさらなる学習意欲



図1 水素自動車

3. 総合的な学習の時間「水素自動車を活用した環境学習」について

(1) 単元の目標

- ① 環境問題の現状や近未来予想及び、その環境問題の解決に向けた取組に学ぶことを通して、持続可能な社会の創造に向け、主体的に学び参画しようとする生徒の育成をめざす。
- ② 既習内容を活用した観察・実験や水素自動車を活用した学習を通して、主体的な学びを促し実感を伴った理解を図る。
- ③ 環境問題の解決を目指した技術開発に挑戦を続ける技術者等からの学びを通して、今後の社会の変動に対応できる資質・能力の育成を図る。

(2) 単元の展開

表1 単元計画

次	学 習 内 容	育てたい資質・能力	時	関連する単元
1	水素自動車を活用した環境学習の紹介	課題発見能力	1	科学技術と人間
2	地球温暖化の現状とその原因、環境への影響について学ぶ	課題発見能力	1	自然と人間
3	ロータリーエンジン（旧から新エンジンまで）について知る	課題解決能力	3	生き方学習
4	水素技術の現状と展望	情報活用能力	1	科学技術と人間
5	水素とガソリンの料金比較（水の電気分解の実験の活用）	情報活用能力 思考力・判断力 表現力	2	化学変化と 原子・分子
6	講演「水素自動車開発の現状と今後の展望 -中学生へのメッセージ-」 講師：マツダ株式会社技術研究所主幹（講演・質疑応答）	コミュニケーション能力	2	科学技術と人間 生き方学習
7	新技術 燃料電池の学習、燃料電池の実験	情報活用能力	2	科学技術と人間
8	水素自動車に関する企業論文から学ぶ	情報活用能力	1	
9	広島県環境県民局職員及びマツダ（株）技術者による講話、 水素自動車を活用した観察、実験	コミュニケーション能力 課題解決能力	2	科学技術と人間 自然と人間
10	まとめ	表現力・実践力	2	

(3) 授業の構想

①第1，2次

地球温暖化の現状とその原因として考えられていることや環境への影響等について知り、課題を把握する。

②第3，4，6，8次

環境改善を目指した新技術やそれに関わる技術者の生き方に触れる。

③第5，7，9次

観察、実験を通して、実感を伴った理解を図る。

④第10次

単元全体を通して振り返り、今後のエネルギーの在り方や身近な実践について考えをまとめる。

4. 授業の実際

ここでは、第5次、第6次、第9次の状況を述べ、主題に迫る。

(1) 第5次 実験 「水素とガソリンの料金比較（水の電気分解の実験の活用）」

①実施単元 第3学年 総合的な学習の時間「水素自動車を活用した環境学習」

②関連教科及び単元理科 第2学年「化学変化と原子・分子」

第3学年「化学変化とその利用」「科学技術と人間」

③ねらい

- ・電気分解によって得られる水素を水素自動車(RX-8)に使用したとき、水素を使う場合とガソリンを使う場合とで、どのくらい料金がちがうかを実験によって調べることから、実験の技能を高める。
- ・それぞれのエネルギーの料金を比較して考察することから、環境問題と今後のエネルギーについて関心を高める。

④実験内容

◎準備物

電気分解実験セット、電源装置、電圧計、電流計、安全メガネ、ワークシート、目盛り試験管、ストップウォッチ

◎実験方法

ア 安全メガネをかけ、図1の実験容器にうすい水酸化ナトリウム水溶液を入れる。

イ 試験管はさみを使い、試験管を空気が入らないようにして電極に立てる。

ウ リード線を図2のように配線する。

エ 3分間で発生する水素の量を測定する。

オ 班ごとに電流・電圧・時間・水素の体積を記録し、パソコン(エクセル)にも記録する。

※ エクセルで自動的に水素とガソリンの料金の比が計算されるようにしておく。

☆水素自動車の水素タンク容量:74リットル 35MPa ⇒ 1気圧では、約25900リットルとして計算する。

水素タンク満タンは、ガソリン6リットル相当になる。(参考:マツダ技報No.22(2004))

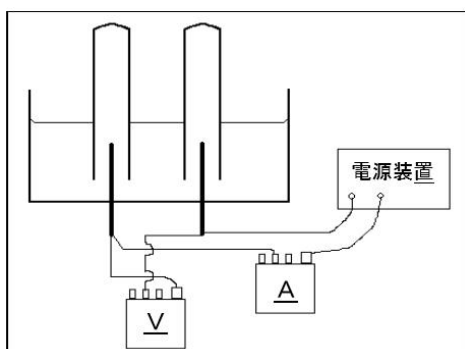


図2 実験の配線図



◎実験結果の記録

実験結果を別紙のワークシートに記入する。(図3に、実際の授業の結果を示す。)
 エクセルにデータを入力する。(画面をプロジェクターでスクリーンに映す。)

水素タンク: 74 リットル 35MPa
 ⇒1気圧 25900 リットルとする

水素を得るための電気料金							水素を得るための電気料金						
	電流 [A]	電圧 [V]	時間 [分]	水素 の体積 [cm ³]	1時間あたり に発生する 水素の体積 [リットル]	1時間 あたりの電力 [W時]	水素タンク 満タン [リットル]	必要な 電力量 [kW時]	電気料金 [夜間] 23時~8時 8.19円/kWh時	電気料金 [昼間] 8時~23時 25.28円/kWh時	電気料金/ガソリン代 水素はガソリンの何倍の 費用がかかるか?		
									[円]	[円]	夜間	昼間	
1班	0.16	4	3	3.7	0.074	0.64	25900	224.0	1835	0.6万	2.1	6.5	倍 倍 倍 倍 倍 倍
2班	0.14	4	3	3.5	0.070	0.56	25900	207.2	1697	0.5万	2.0	6.0	
3班	0.2	5	3	4.5	0.090	1	25900	287.8	2357	0.7万	2.7	8.4	
4班	0.19	5	3	4.4	0.088	0.95	25900	279.6	2290	0.7万	2.6	8.1	
5班	0.28	6	3	5.5	0.110	1.56	25900	367.3	3008	0.9万	3.5	10.7	
6班	0.26	6	3	5.7	0.114	1.56	25900	354.4	2903	0.9万	3.3	10.3	
7班													
平均	0.2	5	3	4.55	0.091	1.045	25900	286.72	2348	0.7万	2.7	8.3	倍
ガソリン1リットル分の料金[円]									水素タンク満タンは ガソリン6リットル分			ガソリン代[円]	
145									6			870	

図3 水素とガソリンの料金比較の実験結果

⑤授業における考察 (発表・討論)

実験結果から今後のエネルギーについて考察する。

◎実験結果から分かったこと

- ・燃料の料金について、水素の方がガソリンよりも高いことが分かった。詳しく述べると、昼間の電気料金で約8倍、深夜料金でも約3倍高い。

この実験結果から、次のことを考えた。

- ア 水素は、二酸化炭素を出さないため環境には良いが、ガソリンよりとても高い。
 - イ ガソリンは、水素より料金が安い、二酸化炭素を出して地球温暖化にはよくない。
- この2点は、それぞれよい点と悪い点がある。

◎「今後使うエネルギーは、どちらを選ぶべきか？」

○ ア・イのいずれかを選択し、選択した理由を記述し、考えを交流する。



- ・ それぞれ付箋紙に自分の考えを書く。
- ・ 班で意見交流する。
- ・ 班の考えを黒板に貼り、発表する。
- ・ それぞれの考えについて討論する。

個人思考
小集団思考
全体へ発表
集団討論

(2つの意見を葛藤させた。)

*次頁 表2参照。

表2 集団討論（ディベート形式）

課題 [今後使う燃料は、ガソリンと水素のどちらを選ぶべきか?]	
【ガソリンを選んだグループ】	【水素を選んだグループ】
◎ ガソリンは環境に悪いが、値段が安いのでガソリンを使う。	◎ 水素の値段は高いが、環境に良いので水素を使う。
<水素派からの意見> 石油はいずれなくなるという問題と、二酸化炭素を出すことによる地球温暖化の問題をどうする？	<ガソリン派からの意見> 環境に良くても、値段が高すぎる。水素の値段が高い問題をどうする？
◎ ガソリン派の反論 ① 省エネに心がける。 ② バイオ燃料を開発する。 ③ 身近な所への移動は、自動車は使わず、燃料の必要ない自転車を使う。 ④ 今はガソリンを使うが、近い将来新エネルギーを開発して乗り換える。 ⑤ (④の意見につなげて) バイオ燃料を開発する。 ⑥ 森をたくさんつくって地球温暖化を防ぐ。	◎水素派の反論 ① 水素を大量生産して安くする方法を見つける。 ② (①の意見につなげ) 水素発生装置を発明する。 ③ 最初は水素の値段は高いが、住民の協力で乗り切る。 ④ 困難なことは多いと思うが、地球温暖化を防ぎ、世界のためになるのなら、水素を簡単に安く発生させる方法を発明する研究をやりたい。
	

(2) 第6次「講演「水素自動車開発の現状と今後の展望 -中学生へのメッセージ-」

講師：マツダ株式会社技術研究所職員

①ねらい

初代ロータリーエンジンの開発から技術一筋で生きてこられた技術者の次の2点の話から、新しい技術に興味・関心を持たせ、問題解決のために必要なことを学ぶ。

ア 水素自動車の現状と今後の展望

イ 技術開発において、どんな困難なことがあってもその困難な問題を解決し、開発を進めていくために必要なこと

② 講演の概要

「マツダ（株）での過去から現在、そして未来へ」

ア ロータリーエンジンの開発における「苦勞とやりがい」の話。

イ NHK番組「プロジェクトX」で大きく話題になったロータリーエンジン開発のリーダー山本健一さんから学ばれた「リーダーとしてのあるべき姿」の話。

ウ 水素の値段についての話。（地域によって水素の値段はちがうこと。石油精製工場では、水素は捨てられているのでとても安いですが、水素をタンクにつめ込み運ぶための料金が高いこと。）

※国の目標値：水素の値段：40円/m³

↳ 水素自動車に活用したときガソリンとの値段の比較をすると、1リットルあたり145円としたガソリンでは、水素は1.2倍程度の値段になる。(実践時当時)

(3) 第9次「水素自動車を活用した観察・実験」

①関連教科・単元 理科「科学技術と人間」

②ねらい

- ・ 新技術の水素ロータリーエンジンの燃料による排気ガスの違いを実感させることから、新技術への関心を高める。
- ・ 広島県環境県民局職員の講話から、環境問題を解決していくために、今自分たちでできることを考えることから、身近な環境問題を解決しようとする学習意欲及び実践力を育てる。
- ・ 新技術の水素ロータリーエンジンを開発した技術者による説明から具体的な仕組みを理解することから、科学技術の発達に対する興味を高める。

③準備物

水素自動車(RX-8またはプレマシーハイドロジェンREハイドロジェン)、三角フラスコ、ストロー、排気ガス採取道具(ビニール袋、塩ビパイプ)、気体検知管(二酸化炭素用)

④実験方法

2名のペアで排気ガスをビニール袋に採取し、石灰水・気体検知管で排気ガスを調べる。

※排気管はとても熱く危険であるため、火傷しないように、排気管からの排気ガスが採取できるように塩ビパイプから生徒がビニール袋で排気ガスを容易に採取できるようにする。

※排気ガスは有害であるため、たくさん吸い込まないようにさせる。

⑤授業の概要(2時間連続の授業)

- ・ 広島県環境県民局職員による「地球温暖化の現状と脱地球温暖化の取組み」に関する講話(図4参照)

- ・ 水素自動車の見学および燃料の違いによる観察・実験(図5参照)

ア 燃料の違いによるエンジン音の違いを調べる。

イ 燃料の違いによる排気ガスを調べる。

- ・ 石灰水グループ…水素, ガソリン
- ・ 気体検知管グループ…水素, ガソリン

ウ 排気ガスの臭いの有無を調べる。

⑥実験結果をもとに考察する。



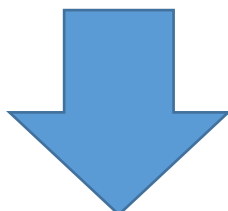
図4 広島県環境県民局職員 講話



図5 水素自動車を活用した観察・実験

【2人ペアで実験を行う（全生徒）】

①排気ガスをビニール袋にとります。
※排気管に直接触れないように塩ビパイプを用いる。



②排気ガスを入れたビニール袋にストローを刺し、三角フラスコに入れた石灰水に排気ガスを通す。



③2人ペアで行った実験結果の三角フラスコを、燃料が水素であるときと、ガソリンであるときに分け、すべて並べて比較する。

④これとは別に、気体検知管を用いた実験も2人ペアで行う。

実験結果	水素	ガソリン
石灰水の変化は	変化なし	白くにごる
CO ₂ 用 気体検知管では	0.03% (大気中と同程度)	4～7%

5. 分析と考察

(1) 学習を終えてのアンケート結果からの分析・考察

学習を終えてのアンケート結果を図6示す。

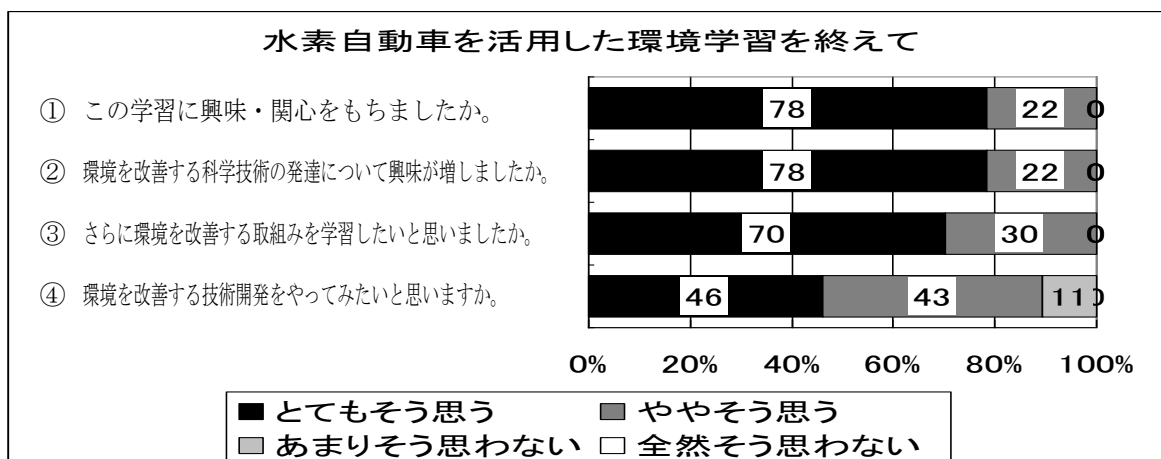


図6 学習後のアンケート結果

図6の学習後のアンケート結果からの考察を述べる。

①「この学習に興味・関心をもちましたか。」、②「環境を改善する科学技術の発達について、興味が増しましたか。」の両方について、全ての生徒が肯定的に回答し、さらに「とてもそう思う。」と答えた生徒が、いずれも78%であった。このことから、今回の学習内容に関心をもち、環境を改善する科学技術の発達について関心がとても高いことが分かる。

③「さらに環境を改善する取組みを学習したいと思いましたか。」について、全ての生徒が肯定的にとらえ、「とてもそう思う。」と答えた生徒が、70%であった。さらに、④「環境を改善する技術開発をやってみたいと思いますか。」について、肯定的に答えた生徒が、89%であった。「とてもそう思う。」は46%であったが、多くの生徒が探究してみたい思いをもっていることが伺える。その理由として考えられる点を2点述べる。

1点目は、教科書の写真やビデオなどではなく、実物の水素自動車を学校に持ち込んで全生徒で実験を行い、考察することにより、関心がとても高くなったと考えられる。

2点目は、ふつうではおおいのある排気ガスという身近なものを、石灰水、気体検知管という小学校から活用している実験器具を使用して生徒全員で実験し、それらをすべて並べて比較して考察したため、分析が容易で、考察しやすかったことが考えられる。これは、既習の知識や技能を活用することが効果的であったと言える。付け加えて述べると、あるペアは、この実験でガソリンによる排気ガスを石灰水に通したとき、白く濁らなかつた。この結果を見て、実験を振り返り、もう一度実験をやり直し、白く濁ることを確認して、1回目の実験で予想と違う結果になった要因を振り返って、考察のときに発表し、達成感を得ていた。このように、自ら予想を立て、意欲的に目的意識をもった実験となり、考察を深め、さらに関心や意欲を高めることにつながったと言える。

(2) 生徒のまとめ・感想の記述による分析・考察

次に、今回の総合的な学習の時間についての学習後の生徒のまとめと感想の記述を示す。

① 第6次の後の生徒のまとめと感想

- 石油コンビナートで捨てられている水素自体は安いけど、運んだりつめたりするのにお金がかかるというのが驚きでした。私は水素ステーションで水素をつくるようにしたら、運んだりつめたりしないので、いいと思いました。
- これまで水の電気分解の実験などを行い、学習しました。今日の講演でこの学習がより深まったと思います。特に心に残っているのは、石油精製工場で捨てられている水素は安いということです。運んだりすることにお金がかからなければ、もっと水素自動車を利用しやすくなるんだなあと思いました。
- もっと自動車を設計したりする仕事について詳しく知りたいです。それを通して自分の将来に生かしたいし、自動車に対する見方もだいぶ変わると思います。今回のように、実際にその仕事をしてきた人などに来てもらって話を聞くのは、とてもためになると思います。よい経験でした。
- 技術者の先生が言った「40年間技術者として生きてきて、苦しいことは数え切れないほどたくさんあった。しかし、つらいと思ったことは一度もない。」僕もそんなことの言える職業についてみたいと思いました。これからの人生を、技術者の先生みたいに悔いの残らない人生にしたいです。
- 当時の社長さんの「飽くなき挑戦」という言葉を聞いていたので、それほど「挑戦」していくことは大事なんだなあと思いました。また、後半言われていた「本当のリーダーは、他の人が一番嫌がることを自分からするものだ。」と言われたことも心に残りました。実際にそんな人間になれるよう頑張りたいです。
- 話を聞いて、「地球のためになる開発をしてみたいな。」と思いました。自分の開発で世界を少しでも良くすることができたら人生が楽しいだろうと思いました。

【第6次 授業後の生徒の感想】

これらの感想から、最新の科学技術を開発している技術者による講話は、第5次で学習した内容の「水素を得る方法」や「実際の水素料金のしくみ」などの理解が深まり、科学技術の発達に対する関心や環境改善に関する学習意欲が高まることが分かる。

別な視点では、技術者自身の仕事に対する情熱をもった『ことば』（「40年間技術者として生きてきて、苦しいことは数え切れないほどたくさんあった。しかし、つらいと思ったことは一度もない。」「飽くなき挑戦」、「本当のリーダーは、他の人が一番嫌がることを自分からするものだ。」など）が、生徒たちの印象に強く残り、生徒自らの生き方を考えるきっかけとなっていた。これは、キャリア教育ともつながる視点で有効な実践であると言える。

その後の生徒たちの様子に変化が見られた。それは、技術者が困難な状況乗り越えてきた道のりや技術開発に挑戦を続ける志に共感し、生徒たち自身が学校や自らの進路実現に向けて、困難な状況乗り越えることや、リーダーとしての在り方についてなどを参考にして、その後の教育活動に生かす面が見られたことである。これは、行事等でリーダーとなっていることや、次の進路を考える時期にある状況で、講師と生徒との交流がよいコラボレーションとなり、実態に合っていた効果であったと言える。このことから、生徒や学校の実態・状況を十分把握し、カリキュラムを編成することも重要であると感じた。

② 第9次の後の生徒のまとめと感想

- 水素自動車は、排気ガスのおいさが全然なくてびっくりした。臭くないのが当たり前なんだろうけど、感動しました。炊き立てのご飯のフタを開けたときみたいなおいでした。これまでの授業で水素とガソリンで値段などの比較をしてきました。それで、「水素は環境に良いけど、やっぱり値段が高いので私ならガソリンを使うなあ」と思っていました。だけど、今回の本物の水素自動車を使った実験で、実際に環境によいことがわかり、感動もあって、水素の方がよいと思直しました。私が大人になって車を買う頃には、もう少し実用化されているといいなあと思います。
- 石灰水のグループで、水素・ガソリンのそれぞれの場合の排気ガスを調べました。そして、ガソリンによる排気ガスを調べるとやっぱり白くにごりました。でも水素による排気ガスを調べてみるとまったく白くにごりませんでした。ビックリしました。次に気体検知管グループで、水素とガソリンのそれぞれの排気ガスを調べたところ、ガソリンでは 3.0%あり、水素では、0.03%ありました。二酸化炭素がガソリンで 100 倍も違うことに驚きました。水素では排気ガスの中にまったく二酸化炭素を含まないことがわかりました。やっぱり水素自動車が走るようになってほしいです。そうすると、地球温暖化がかなりなくなると思います。今、地球温暖化が原因で気温が上がってきているので、ちょっとでも水素自動車が走ると地球温暖化もおさまると思いました。だから、水素を使うべきだと思いました。
- 水素自動車は、思っていたものよりも普通のガソリンの自動車と変わらなかったです。でも、排気ガスに含まれている CO_2 の量が全く違ってびっくりしました。ガソリンのときの排気ガスには、2.8%の CO_2 が含まれていたけど、水素の時は、0.03%ととても CO_2 の量が少なく、とても環境にやさしい自動車だと思いました。気体検知管で水素のときの排気ガスを取り終わると手が少し湿っぽくてにおいもなく、本当に水しか出ないんだと思いました。水素のときと、ガソリンのときの窒素酸化物を調べると、ガソリンのときは反応があったけど水素のときは反応がなかったです。エンジン音のちがいは、あまり分らなかったけど、石灰水や気体検知管などを使ってそれぞれの燃料のときの排気ガスを調べると、全く違うことがわかりました。今まで、簡単な実験をしてきたけど、その実験したことが、今日見た水素自動車に生かされていると思うととてもすごいです。まだ、水素を注げるところが広島には1カ所しかないのだから、それをもっと増やし、水素自動車を普及させることができれば、地球温暖化を少しでも防ぐことができると思います。
- 地球温暖化の世界の状況がわかりました。100年後の気温シミュレータなどの話や、家庭でできる脱温暖化ということを教えてくださったので、早速実践してみようと思うことができました。やはり、地球温暖化を食い止めるには、1人1人が実践していくことが大切であるとわかりました。今、自分にできることをこれからやっていきたいと思えます。
- ぼくはこれらの実験をして、水素自動車がどんどん発達して世の中に出て行くと、今問題になっている環境問題は改善していけると思いました。しかし、今の段階では、世の中に出て行くのはまだ先とおっしゃっていました。水素自動車が世の中に出て行く前に環境問題が進んでいくと思います。だから、僕は、今日先生がおっしゃった今できる環境対策を積極的に実行していこうと思えました。毎日省エネを考えて生活していきます。

[第9次 学習後のまとめと生徒の感想の記述(1)]

これらの記述から、実際に最新の科学技術に触れて全員がペアで実験を行う中で、その実験を繰り返して行い、結果の信頼性を高めている生徒たちや、その実験結果にたいへんな驚きも含めて考察している生徒(最も多い)、気体検知管の数値を用いて、科学的に分析している生徒がそれぞれ見

られた。さらに、第1次からの学習や技術者及び広島県環境県民局職員の講話を通して、これからのエネルギーや環境問題の解決に向けてのことなどを総合的に考え、自らも環境対策を積極的に行っていこうとする学習意欲につながっていることが分かった。

さらに、学習後のまとめと感想に次のような記述があった。

久々に感動しました！水素carは、とても環境に良くて私たちに希望を与えてくれますね。けれどコストがかかるという問題は大きいと思います。「国がどうかしてくれればなー」と思います。広島県に生まれてきたことがうれしかったです。「水素自動車を開発することができたのは広島県です！」と誇りをもっていえることがいいですね。けれど、CO₂は車の排気ガスだけでなく、多くの消費をすることから出てきます。やはり、1人1人の自覚と行動が大切だと思います。本当に人生に1度しかない貴重な体験をすることができました。ありがとうございました。

〔第9次 学習後のまとめと生徒の感想の記述（2）〕

このことから、生徒にとって身近な自動車の排気ガスなどを調べる実験ではあるが、地元の企業が開発した最新の科学技術である水素自動車を活用した実験により、実感を伴った理解につながったことが分かる。さらに、技術開発に携わった技術者との交流や、開発物語をも学習したことにより、水素自動車を開発した地元で誇りをもたせることができたことが伺える。

（3）講師であるマツダ（株）の技術者の感想による分析・考察

この水素自動車を活用した授業内容について、中学生たちの関心がとても高く、授業を終えた後も技術者に積極的に質問する生徒の姿が多く見られた。授業や実験に意欲的に臨み、積極的に質問する中学生の姿に、技術者から次のような感想を聞いた。

第9次の授業後の技術者の感想

○ 中学生の皆さんたちにこんなにも関心をもっていただけるとは思わなかった。専門的な技術用語で質問する生徒もおり、たいへん驚いた。我々技術者の1日の時間は技術開発の進行においてとても重要で学校へ出向いての授業に参加することは難しいが、これから社会を担う中学生への授業に参加して共に学ぶことはとても重要だと感じた。それは、意欲的に実験を行い、質問する中学生たちにたくさんの元気をもたらしたからです。これからさらに環境によいものを開発していこうと思います。だから、来年も是非呼んでください。また、授業に参加しますよ。

〔第9次 学習後の技術者の感想の記述〕

このことから、中学生が意欲的に実験や質問を行い、技術者と交流することにより、技術者と中学生とがお互いにより影響を共鳴し合う関係を築き、双方にとってとてもよい相乗効果を生むことが分かった。

6. 成果と課題

(1) 成果

- 本研究の仮説についての成果を述べる。5で述べた分析と考察から、最新の科学技術を活用した総合的な学習の時間を通して、①環境学習に対する関心及び、②科学技術の発達に対する興味、③環境改善に関するさらなる学習意欲をそれぞれ高めることができたと言える。さらに、地元が開発した水素自動車を活用した授業を通して、地元への誇りをもたせることにつながった。
- 水素自動車の開発に挑戦を続ける技術者との交流により、技術面とともに、困難な状況に立ち向かい、生き抜くすばらしさまで学ぶことができた。特にキャリア教育の観点で外部講師である技術者の「情熱」や「ことば」が心に残り、将来の職業観について生徒自らの生き方を考えることができた。このこととは逆に、意欲的、主体的に学ぶ中学生の姿が、外部講師の技術者等に感動を与え、さらに交流が深まることにつながった。
- 広島県環境県民局との連携した授業により、身近なところから環境保全に取り組む意欲の向上を図り、環境教育の在り方にも迫ることができた。
- 総合的な学習の時間を理科と関連させてカリキュラムを組むことで、理科の「科学技術と人間」の単元で扱う科学技術と人間の内容を充実させることができた。

(2) 課題

- 知識の習得や認識を深めることだけに留まらず、さらに、身近なところから生徒たちが主体的に環境問題の解決に向けた活動を考え、実践していこうとする態度を育てる指導を充実させることが今後の課題である。そのために、地域の活動や学校全体の教育活動と関連させるようなカリキュラムマネジメントを図ることが今後の課題である。
- 今後、広い視野を持ち、変化の激しい時代と社会状況に応じて生きる力を育てるため、企業や関係諸機関と連携した教材化を開発することが望まれる。

引用文献

- 1) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2016/12/27/1379931_1_1.pdf
- 2) http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/03_result.pdf
- 3) 文部科学省(2010)『中学校学習指導要領解説理科編』, p. 52
- 4) 文部科学省(2010)『中学校学習指導要領解説理科編』, p. 56
- 5) 文部科学省(2010)『中学校学習指導要領解説総合的な学習の時間編』, p. 13
- 6) 文部科学省(2010)『中学校学習指導要領解説総合的な学習の時間編』, pp. 30-31
- 7) [文部省審議会答申等 \(21世紀を展望した我が国の教育の在り方について\(第一次答申\)\)](#) (1996年)
- 8) 山下宏文(2008)『持続可能な社会のためのエネルギー環境教育』瞬報社写真印刷(株), p. 19
- 9) 森建二, 吉村真人(2008)『持続可能な社会のためのエネルギー環境教育』瞬報社写真印刷(株), p. 44

参考文献

- ・阿部治・工藤文三(2002)『総合的な学習 こう展開する 環境学習』(株)清水書院
- ・加藤幸次・魚住忠久(2010)『環境教育をめざした総合学習』黎明書房
- ・国立教育政策研究所『環境教育指導資料(中学校編)』(2007)
- ・文部科学省『[今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開\(中学校編\)](#)』
- ・森本・水島・定平・堂園・内田(2004)『RX-8ハイドロジェンREの紹介』マツダ技報 No. 22, pp132-138