

<実践報告>

**実生活や実社会の諸課題に対して知識・技能／思考力等を総合的に活用
できる力を培う教科横断的な探究に関する研究
ーマイ浅間温泉の素づくりを事例にー**

木船泰幸 屋代高等学校附属中学校
三崎 隆 信州大学学術研究院教育学系
伊藤冬樹 信州大学学術研究院教育学系

**A Study on Using Interdisciplinary Research to Cultivate the Ability to
Comprehensively Utilize Knowledge, Skills and Thinking Abilities in
Real Life Issues**

KIBUNE Yasuyuki: Junior High School Attached to Yashiro High School

MISAKI Takashi: Institute of Education, Shinshu University

ITO Fuyuki: Institute of Education, Shinshu University

研究の目的	本研究では、実生活や実社会の諸課題に対して知識・技能／思考力等を総合的に活用できる力を培う教科横断的な探究を促す授業実践を試み、その有効性を解明することを目的とする。
キーワード	浅間温泉 温泉の素 実生活や実社会の諸課題 教科横断 イオン
実践の目的	実生活や実社会の諸課題に対する中学校の教科横断的な探究に基づく授業改善を目的とする。
実践者名	木船泰幸・三崎隆・伊藤冬樹
対象者	公立中学校第3学年生徒（37名）
実践期間	2016年12月～2017年2月
実践研究の方法と経過	単元名「浅間温泉まちおこC～温泉成分からPRポイントを探そう～」(3年「化学変化とイオン」)(8h)、単元名「浅間温泉まちおこC～日本の名湯 浅間温泉をつくろう～」(3年「化学変化とイオン」)(4h)を筆者らの一人が授業実践した。自分たちの浅間温泉の素の配合の過程と結果を評価した。
実践から得られた知見・提言	本研究において試みた温泉成分の調査と浅間温泉の素づくりの探究が、生徒に対して、自分たちの身の回りにある実生活の課題に目を向けさせ、その実態に応じて、教科横断的に探究を進めることを促したと考えられる。

1. はじめに

2015 年に実施された TIMSS2015 の結果を見る限り、我が国は前回に引き続いて国際的に上位に位置している上に、前回と比較してみても有意に上昇していると指摘されている（文部科学省 2016）。2003 年に実施された TIMSS 以降に実施されたそれぞれの TIMSS の結果を経年変化として追跡してみても、550 点未満の生徒の割合が減少し、550 点以上の生徒の割合が増加している傾向が認められることが指摘されている（文部科学省 2016）。また、理科に対する意識については「日常生活に役立つ」、「将来、自分が望む仕事につくために良い成績をとる必要がある」という選択肢を選択する生徒の割合が増加していて、国際平均との間の差も縮小してきている傾向が認められることも指摘されている（文部科学省 2016）。

科学的リテラシーが調査された 2015 実施の PISA2015 の結果も、同様の結果を示していると言える。平均得点だけでなく、「現象を科学的に説明する」能力、「科学的探究を評価して計画する」能力、「データと証拠を科学的に解釈する」能力の 3 つの科学的能力のいずれもが国際的に上位に位置している点が特徴であることが指摘されているのである（国立教育政策研究所 2016）。これらのことは、我が国の学校教育における理科が担ってきた問題解決の能力や科学的能力の育成に基づいて授業実践が行われてきた成果が着実に表れていることを示唆している。過去と比較してみても遜色がない。しかし、TIMSS の質問紙調査の結果から解釈すると、現在の理科教育における課題も浮き彫りにされる。理科を得意とする生徒の割合が国際平均を下回っていることが指摘されている（文部科学省 2016）。特に、割合的に停滞していることが顕著であり、他と比較して上昇していると読み取ることのできる傾向にあるとは言い難い結果となっている。また、「理科が楽しい」、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」、「他教科のために理科が必要だ」の各項目も上昇してはいるが十分と言い切れる状況にはないと言わざるを得ない結果である。

PISA 調査の科学に対する態度の結果からみると、肯定的な回答をしている生徒の割合が国際的に低く、科学の楽しさについては有意に減少していることが指摘されている（国立教育政策研究所 2016）。これらは今後、理科の授業をより良く改善していく必要性があることを示唆していると言える。

ところで、我が国においては、これまでも科学技術に関連した現実社会の諸課題の解決の必要性が PISA や TIMSS の結果を待つまでもなく、たびたび主張されてきた経緯がある（今村 2006, 福井 2010）。また、TIMSS の結果を生かして理科教育において今後取り組んでいく課題として、実生活や実社会との関連を重視した授業の充実がより一層求められていることが指摘されている（猿田 2012）。

今後、我々の身の回りを中心とした実生活や実社会に存在する科学技術的な諸課題に対して、他教科と協働する中で理科の授業で獲得される能力を総合的に発揮できる教科横断的な探究が実践されることによって、理科の探究が日常生活に役立っている、理科と他教科との学びが連動していることを実感できる理科の授業実践の実現を示唆することに資す

ることが期待される。

2. 研究目的

本研究では、実生活や実社会の諸課題に対して知識・技能／思考力等を総合的に活用できる力を培う教科横断的な探究を促す授業実践を試み、その有効性を解明することを目的とする。

3. 授業実践 1

3.1 単元名・授業学級・実施時期・付けたい力

- (1) 単元名「浅間温泉まちおこC ～温泉成分から PR ポイントを探そう～」 (3 年化学分野) 全 8 時間

授業学級：第 3 学年 1 クラス (計 40 名) 実施時期：平成 28 年 12 月

- ・一見すると無色透明で違いが分からない温泉だが、目に見えないイオンの違いにより、泉質や入ったときの効能が違うことに気付くことができる。
- ・白骨温泉を例に挙げると、実験結果からカルシウムイオンや炭酸イオンが多く含まれていることが理解でき、その事実から更に白色である原因は水にとけにくい炭酸カルシウムができていたためであると気付くことができる。
- ・それぞれの温泉水に含まれるイオンの量を比較することで、浅間温泉の特徴をとらえ、PR ポイントを考えることができる。

3.2 単位時間の授業実践

(1) 主眼

分析結果から見えてきた浅間温泉や各温泉の特徴を考える場面で、分析データの数値から新たに分かった、イオンの総量や、最も多く含まれているイオンなどに注目してまとめることを通して、イオンの総量や、酸性・アルカリ性の違い、特徴的なイオンを根拠に、浅間温泉や各温泉の特徴を見出すことができる。

(2) 単位時間の企画

図 1 は、単位時間の学習指導案の一部を示している。

学習問題は「分析結果から見えてきた浅間温泉や各温泉の特徴は何だろう.」, 学習課題は「分析データの数値を元に、イオンの総量や最も多く含まれているイオンに注目してまとめよう.」である。

3.3 教材

(1) 各温泉成分の分析

図 2 は各温泉の試液等による教材研究の結果を示している。長野県を中心とした代表的な 10 の温泉を取り上げて、成分調査を実施している。

分析結果の pH に対応した色の変化を示すため、酸性やアルカリ性をすぐに見極めることができる。硝酸銀水溶液を滴下することで、溶液中の塩化物イオンと反応し、白色の塩

	学習活動	予想される生徒の反応や意識 (◎)	教師の支援 (・) と 評価
導入	1 班ごとに、浅間温泉や他の温泉の分析結果をまとめる。 2 それぞれの温泉にどんな特徴がありそうか考え、発表する。	◎草津温泉だけ酸性だな。 ◎白骨温泉と松代温泉だけ炭酸イオンが多く含まれているな。 ◎松代温泉は全体的にイオンの量がすごく多い温泉なんだ。 ◎浅間温泉の特徴って何だろう。もう少し詳しいデータが欲しい。	・今までの実験結果を表にまとめるように促すことで、各温泉の特徴をとらえやすくできるようにする。 ・その温泉に一番多く含まれるイオンは何だろうと問うことで、数値化されたデータがあれば比較できることに気付けるようにする。
展開	3 提示された各温泉の分析データを根拠に、それぞれの特徴を考える。 4 データを元とした各温泉の特徴を発表し、全体で共有する。	◎松代温泉はやっぱり全体的にイオンの量がものすごいんだ。 ◎草津温泉は酸性なのは分かってたけど、pHが1.7ってことは強い酸性だ。 ◎白骨温泉は実験結果通り、炭酸イオンが多かった。 ◎野沢温泉は調べてはいないけど、硫化水素イオンが結構ある。卵の腐った臭いがしそうだな。 ◎浅間温泉と美ヶ原温泉を比較するとどのイオンもあまり量が変わらない。やっぱり近いから含まれるイオンの量も同じなのかな。 ◎浅間温泉はイオンの量が少ないな。 ◎草津温泉はpHが低く、硫酸イオンも多いため、硫酸がとけているんじゃないかな。 ◎白骨温泉が白い理由は、多く含まれているカルシウムイオンと炭酸イオンにより炭酸カルシウムが出来ているからと考えれば説明がつくぞ。 ◎松代温泉はイオンの量がとても多いからいろいろな効能がありそうだ。 ◎浅間温泉は逆にイオンの量が少ないのが特徴なのかな。	・温泉そのものの特徴についても考えてみようかと促すことで、温泉の臭いや色などの特徴にも意識が向くようにする。 ・各イオンの効能はなんだろうと問うことで、配付資料とイオンを照らし合わせて考えることができるようにする。 ・「美ヶ原温泉と浅間温泉が似ているかも」という発言をとりあげることで、場所が近いと成分も似ていることに気づけるようにする。 ・各温泉には主にどんな物質がとけているんだろうと問うことで特徴的なイオンからとける前の物質を予想できるようにする。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> イオンの総量や、酸性・アルカリ性の違い、特徴的なイオンが何であるかを根拠に、浅間温泉や各温泉の特徴を見いだすことができたか、発言や、学習カードから評価する。 </div>
終末	5 発表を聞いて新たに発見をしたことを踏まえて、改めて浅間温泉の特徴を考える。	◎浅間温泉は、含まれるイオンの量が少ないのが欠点と思っていたけど、からだに優しいって考えれば入りやすい温泉なんだな。 ◎浅間温泉は弱アルカリ性で、肌がすべすべになるところがいいところかな。 ◎もう少し浅間温泉の特徴を探し出せれば、PRできるポイントになるかも。	・イオンの総量の多い松代温泉の欠点はなんだろうと問うことでイオンが少ないことにもメリットがあることに気づけるようにする。 ・本時の振り返りを行うことで発表を聞いて新たにPRポイントを発見したり浅間温泉の魅力を更に感じたりできるようにする。

図1 学習指導案の一部

化銀の沈殿ができる。量が多いほど塩化物イオンが多いことを示す。松代や草津温泉は沈殿量が多いことが理解できる。塩化バリウム水溶液を滴下することで、溶液中の硫酸イオンと反応し、白色の硫酸バリウムの沈殿ができる。量が多いほど硫酸イオンが多いことを示す。草津温泉が多く、白骨温泉は少ないことが理解できる。水酸化カルシウム水溶液を滴下することで、溶液中の炭酸イオンと反応し、白色の炭酸カルシウムの沈殿ができる。量が多いほど炭酸イオンが多いことを示す。白骨温泉と松代温泉に多く含まれていることが理解できる。温泉水の水分を加熱により蒸発させることで、溶存物質が残る。松代温泉

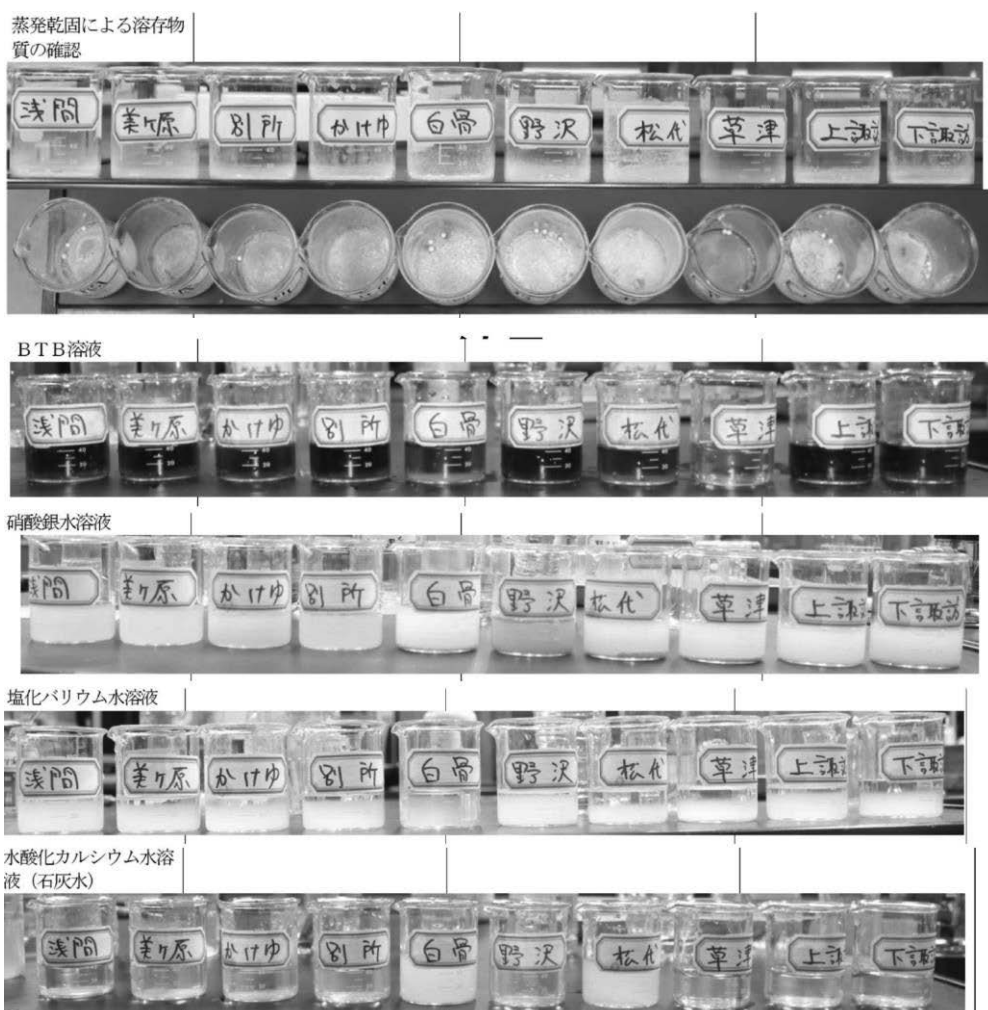


図2 各温泉の試液等による教材研究の結果

が多かったり、草津温泉に緑色の物質が残ることが理解できる。

3.4 成果と考察

目に見えずイメージがしにくいイオンと、総合的な学習の時間で3年間携わってきた浅間温泉をつなげることで、多くの生徒が温泉成分からイオンについてイメージをもつことができた。特に、おやきやガレットを作ってきたグループにとっては、これらの生地を作る中で水道水よりも浅間温泉の温泉水を使った方が美味しくなることに気付き、こだわってきた経験があったが、なぜそうなるのかにまで意識が向いておらず、本授業を通してイオンの存在が美味しさを引き立たせていると考えることができた。また、各地の温泉水を用意したことで、浅間温泉と比較ができ、温泉地によってイオンの特徴が違うということもつかむことができた。身のまわりにある生徒が興味を持っているものを教材として扱うことで、より理科教育と身のまわりの事象とのつながりを実感できることが分かり、他の単元でも教材の発展的扱いが可能であると考えられる。

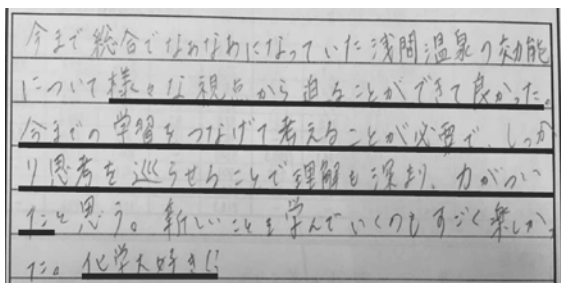


図3 生徒の振り返りの結果

図3は生徒の振り返りを示している(下線は筆者の一人による)。総合的な学習の時間と理科とを関連させながら考えることによって、身近な浅間温泉に対する理解を深めている様子を解釈できる。教科横断的な探究によって、生徒の理解の促進、意欲の喚起が促されたと考えられる。

4. 授業実践2

4.1 単元名・授業学級・実施時期・付けたい力

(1) 単元名「浅間温泉まちおこC ～日本の名湯 浅間温泉をつくろう～」(3年「化学変化とイオン」) 全4時間

授業学級：授業実践1と同じ第3学年1クラス(計40名) 実施時期：平成29年2月

- ・普段何気なく使っている入浴剤は、様々な化学物質を混合していることや、湯船の水量に合わせて濃度を調節して作られていることが理解できる。
- ・浅間温泉の入浴剤を再現するために、溶けている物質の種類やその原子量に着目することで、根拠をもって浅間温泉に含まれている物質の配合比を考えることができる。
- ・作った入浴剤を溶かしたものと浅間温泉の成分を比較する中で、その差異から改善点を挙げ、より浅間温泉に近い入浴剤にするための配合を考えることができる。

4.2 単位時間の授業実践

(1) 主眼

浅間温泉の温泉成分を再現した入浴剤を作る場面で、調合した入浴剤を水に溶かしたものと実際の浅間温泉を、含まれるイオンの量やpHに注目して比較し、配合を見直すことを通して、より浅間温泉の温泉成分に近い入浴剤の配合を、溶かす物質の性質を加味した上で考え、再現することができる。

(2) 単位時間の企画

図4は、単位時間の学習指導案の一部を示している。

学習課題は「作った入浴剤を浅間温泉と比較して、配合を見直そう。」である。

4.3 授業の実際と生徒の変容

この単元の導入の場面で、Zは「日本の名湯」の野沢温泉の入浴剤を見て、「どういうところを再現しているのかな」とつぶやき、泉質「アルカリ性が酸性か、主に含まれる成分」と記述した。そして、イオンの成分を調べて同じようなイオンを持つ物質を集め割合を調節すればいいと考えるに至った。その後、教師の「同じようなイオンを集めるってどういうこと」という問いに対し、少し悩んだ後、既習事項を思い出し、「溶けてそのイオンになりそうな物質を溶かせばいい」という結論に至った。

	学習活動	予想される生徒の反応や意識 (◎)	教師の支援 (・) と 評価
導入	1 前回考えた浅間温泉の入浴剤の評価の方法を考える。	◎本当に前回考えた割合で混ぜれば、浅間温泉の成分が再現できるのかな。 ◎実際の浅間温泉と比べてみれば近づいたか分かりそうぞ。 ◎浅間温泉の陰イオンで特徴的なのは、硫酸イオンと塩化物イオンだったな。 ◎弱アルカリ性の特徴があるから pH も比べないといけない。	・どうすれば作った入浴剤が浅間温泉の成分に近付いたといえるか問うことで、実際に浅間温泉と比較してみようと考えられるようにする。 ・浅間温泉の成分分析をしたときにどんな方法で調べただろうと問うことで、硫酸イオンや塩化物イオンの量を調べる実験方法を想起できるようにする。
展開	2 調合した入浴剤をとかし、浅間温泉と比較をする。 3 比較した結果から改善点を考え、再度配合を考える。 4 再度、調合した入浴剤を溶かし、浅間温泉と比較し、まとめをする。	◎比べてみると、硫酸イオンは同じくらいだけど、塩化物イオンは少し濃いな。 ◎全体的にイオンの量が多いな。 ◎pH が浅間温泉は弱アルカリ性だけど、作ったものは強アルカリ性になった。何でだろう。 ◎白く濁ってしまった。水に溶けにくい物質は何だろう。 ◎水酸化ナトリウムはちょっと入れただけで強いアルカリ性になるな。違う物質にした方がいいな。 ◎もう一度、原子量から各物質の配合比を計算してみよう。 ◎炭酸カルシウムは水に溶けにくいから他の物質に変えよう。 ◎アルカリ性が弱い炭酸水素ナトリウムを使って pH を合わせてみよう。 ◎計算ミスをしていたところがあったから、今度はうまくいきそうだ。 ◎水道に含まれるイオンがあるから少し溶かす量を減らそう。 ◎弱アルカリ性になるように、調整した。今度はどうなるだろう。 ◎結構似た結果になったぞ。 ◎まだ少し差があるから、機会があればもう 1 回調合してみたい。 ◎本当にこれで再現できているのかな。 ◎効能も同じになるのかな。	・水酸化ナトリウムを少量とかけたときの pH を測るよう促すことで、少量でも pH が大きく変わること気づき、他の物質で pH を調整できるようにする。 ・水道水にはイオンが溶けているから結果が変わりそうだと疑問に思っている生徒の意見を取り上げることで水道水に含まれるイオンも計算に入れる必要があることに気付けるようにする。 ・白く濁った場合には、どの物質が原因だろうと問うことで、一つずつ物質を溶かすことで、溶けにくい物質を特定できるようにする。 ・ほぼ再現できた班に対しては、入浴剤として工夫できることはなんだろうと問うことで、色や臭いなども加えてみたいと興味をもてるようにする。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;">より浅間温泉の温泉成分に近い入浴剤の配合を溶かす物質の性質を加味した上で考え、再現することができたか、学習カードの記述や作成した入浴剤から評価する。</div> ・入浴剤の配合を溶かす物質の性質を加味して考えられない生徒には、実際に入浴剤を使うときに大切なことは何だろうと問うことで、安全性や溶けやすさにも注目して配合を見直すことができるようにする。
終末	5 本時の振り返りを発表する。	◎やっぱり 1 回つくって評価しないと、本当に浅間温泉の泉質を再現できたかが分からないな。 ◎pH の調整に苦労したけど、いい入浴剤がつくれたと思う。 ◎今回つくった入浴剤を実際にお風呂に入れて試してみたいな。	・見直したポイントをまとめようと促すことで、試行錯誤してきた過程を振り返ることができるようにする。

図 4 学習指導案の一部

図 5 は当該生の授業の振り返りである(下線は筆者の一人による)。この振り返りから、今までの学習を生かせば入浴剤がつくれそうだという見通しが持てていることから、理科学習と身近なものとのつながりが実感できたと考える。また、「楽しみ」、「面白かった」という記述から、主体的に学ぶ意欲が持てたと考えられる。前時では、浅間温泉の成分表をもとに溶けている物質を

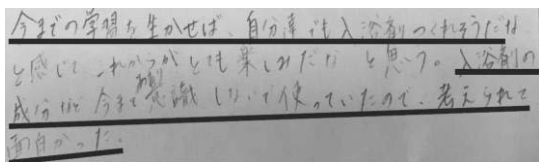


図 5 Z の振り返り

予想し、イオン 1 個の質量から入浴剤の配合を考えた。当該生は初めはどのよ

O6:じゃあそれでやってみよう。でもそうすると他の物質も見直さないと
(班で計算を始める)

実際に水に落かしてみたら、落かして、水に落かると、落かい
いか、というところまで考えついていた。そして、ガスケットに成
でき、良かった。他の列の安全性にも参考に とりい
入 含めにしていきたい。

代表的な塩の配合を考えよう ← 最終配合 行

物質名	溶かす量 (g)	含まれるイオンの量				
		Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻
NaCl	10.54	4.18		6.36		
Na ₂ SO ₄	38.25	12.39			25.86	
CaSO ₄	21.42		6.3		15.12	
NaHCO ₃	7.74					5.62
合計	77.95	18.69	6.3	6.36	40.98	5.62

入浴剤をつくつて、高校で習うようなこともできて、
初めは難しい、分かんないと思つてたけれど、周りの話をしつ
つあることで理解することができたし、100g、イオンのことなど、
基本にたづねがえればいいんだな、と思つた。最終あたり前には
使つてい入浴剤について理科、エッセンスで理論的に考えてるのは
おもしろい、楽しかった。

これは安全な物質を使っており、かつ浅間温泉のイオンを再現し、炭酸水素ナトリウムを溶かしているため、弱アルカリ性になることからこの配合で入浴剤を作ることに決定した。図 9 は当該生のこの授業の振り

返りである(下線は筆者らの一人による。下線部「高校で習うようなこともできて」、
「比や、イオンのことなど、基本にたちかえればいいんだな」、「普段当たり前に使っている
入浴剤について理科とつなげて理論的に考えるのは新鮮で、楽しかった」)。このこと
から、総合的な学習の時間で追究してきた浅間温泉という身の回りにある普段使っている
温泉入浴剤と理科学習とのつながりを実感できていると考えられる。また、本研究で試み
た温泉の成分と温泉の素づくりの探究が数学と理科を結びつけ、生徒の思考の接続性と連
続性に対して、自分たちの身の回りにある実生活の課題に目を向けさせ、その実態に応じ
て、教科横断的に関連を促進させたと考えられる。

4.4 成果と考察

本研究における授業実践 1 で行った温泉の成分分析が、授業実践 2 において、生徒の
身の回りに見られる科学の実生活において、入浴剤を作成するところで利用されているこ
とを実感させることができたと考えられる。生徒の「バスクリンの人もこんなふうにして
入浴剤を作っているのかな」という発言が表出したことに依る。

実際にバスクリン社の日本の名湯は、各温泉の成分を徹底的に分析し、物質の配合を決
めているだけでなく、研究員が現地に赴き、温泉に入ったり、現地の人と話をしたりしな
がらその温泉の雰囲気にあった入浴剤を作っていると言われる(バスクリン 2017)。当該
学級にとってこの後半部分は 3 年間の経験によりクリアできているので、本単元で前半
部分を考えたことにより、同様の研究プロセスを体験することができたものと考えられる。
この点も本研究の成果であると言える。

このように実際に理科の知識を使って自分たちで考えながら試行して製品を作る過程を
体験する授業ができたことは大きな成果であると考えられる。本研究の授業実践を通して、
イオンという身の回りには存在しているが目に見えないものに対して、総合的な学習の時
間に携わった浅間温泉の温泉水を用いることで、教科等間の接続性を実感させることが可
能となった。また、本研究における実践単元の中で、今までの学習で習得した知識を活用
して考える場を設けることによって、主体的に取り組む姿が見られたことも成果である。
さらには、高校化学の内容も意識した単元であったため、今後の理科学習との関連をも図
ることができるものと考えられる。

以上、授業実践 1 及び 2 の点に鑑み、本研究において試みた温泉成分の調査と浅間温
泉の素づくりの探究が、生徒に対して、自分たちの身の回りにある実生活の課題に目を向
けさせ、その実態に応じて、教科横断的に探究を進めることを促したと考えられる。

その意味において、本研究で試みた生徒の身近に存在する浅間温泉の温泉成分分析と温
泉の素づくりの探究は、生徒の身の回りに見られる科学技術に関連する実生活の諸課題に
対して知識・技能／思考力等を総合的に活用できる力を培う場として有効に機能したと考
えられる。

付記

本研究は、一般社団法人日本理科教育学会第 67 回全国大会での一般研究発表における口頭発表を基に、加筆、修正を加えたものである。

文献

- バスクリン 日本の名湯, 2017, <https://www.bathclin.co.jp/products/meito/>(2017.6.27)
- 福井智紀, 2006, 理科における実社会・実生活との関連付け, 橋本健夫・鶴岡義彦・川上昭吾編著『現代理科教育改革の特色とその具現化』, 東洋館出版社, pp.106-113
- 今村哲史, 2006, 理科教育における意思決定とその指導, 長洲南海男編著『新時代を拓く理科教育の展望』, 東洋館出版社, pp.185-194
- 国立教育政策研究所, 2016, OECD 生徒の学習到達度調査(PISA2015), <http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2015>, 2016(20170201)
- 文部科学省, 2016, 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の調査結果, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/detail/1344312.htm, 2016(20170201)
- 猿田祐嗣, 2012, 国際数学・理科教育動向調査(TIMSS), 日本理科教育学会編『今こそ理科の学力を問う 新しい学力を育成する視点』, 東洋館出版社, pp.6-11

(2017 年 6 月 30 日 受付)