

科学技術に関連した社会的諸問題を導入した 理科授業実践および記述分析による評価

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教育分野 山岸 彩香

1. 研究の背景および目的

理科を通したシティズンシップ教育として、科学技術に関連した社会的諸問題 (Socioscientific Issues : SSI) が注目されている。SSI とは、科学に関連している文脈に埋め込まれた道徳と密接に関係をしている現代社会における諸問題について意思決定を行わせることを試みるものであり、複雑で、オープン・エンドで議論を引き起こすジレンマを抱えるものである (山田・内海, 2021)。SSI の教授が目指す市民像は、共同社会において民主主義的な解決を促進するシティズンシップ教育が目指す「高潔な市民」と「批判的な市民」に内包されるものであり、その導入によって民主社会の形成に寄与することが期待されている (山田・内海, 2021)。

我が国でも、SSI に関する研究が行われてきた。坂本ら (2016) は、SSI に対する学習者の思考に関する評価フレームワークの研究動向のレビューにより、評価の観点として「思考」と「形式」を取り出した。山田・内海 (2021) は、シティズンシップ教育の視座から、SSI を扱った科学教育について検討し、理科の授業に SSI を導入することにより、科学技術が関連した諸問題について、情報を精査し、アーギュメンテーションを通して思慮深い意思決定ができる市民の育成が期待できることを示している。石川 (2021) は、トランスディシプリナリー教育を展開するために必要とされる理科教育の学習内容の検討を行った。鎌田 (2023) は、ザイドラー (Zeidler, D.L.) の所論に着目して意義の検討を行った。SSI を授業に取り入れた実践的な研究として、野添・磯崎 (2012) の研究がある。この研究では、SSI を授業に取り入れたことで、獲得した知識を別の文脈で活用して考える力の育成効果が認められることを明らかにしている。以上のように、いくつ

かの研究が認められるものの、実践的な知見が不足している現状にある。特に、SSI はシティズンシップ教育の一形態であり、学習の実態を適切に把握するためには、理科に限定されない視野をもって検討する必要がある。そこで本研究では、SSI の題材として「4 パーミル・イニシアチブ」(詳細は後述) を導入した授業を中学校理科において実践し、SSI に対する生徒の関与の実態を明らかにすることを目指す。

本研究の目的は、中学校理科において SSI を導入した授業を実践し、生徒の判断の推移とその背景を事例的に明らかにすることにある。この目的に迫るため、以下の2つの問いを設定した。RQ1 は、RQ2 を検討するための前提となる問いである。

RQ1 : 「4 パーミル・イニシアチブ」を題材とした授業は、SSI を導入した理科授業として成り立つのか？

RQ2 : 「4 パーミル・イニシアチブ」を題材とした授業において、SSI に対して生徒はどのように関与するのか？

2. 研究の方法

2-1. 授業の概要

本研究では、2024 年 9 月に山梨県内の公立中学校で第 3 学年 40 名を対象に授業を実践した。

授業では、SSI として山梨県における「4 パーミル・イニシアチブ」を取り上げた。「4 パーミル・イニシアチブ」とは、土の中の炭素を年間 0.4% (4 パーミル) 増やすことができれば、人類が大気中に排出している二酸化炭素の増加分を土の中に閉じ込めることができるという考え方に基づく国際的な取組である (山梨県, 2023)。山梨県では、果樹生産が盛んであることから、果樹剪定枝を炭化して土壤に投入する方法を推進

している。これまで、果樹生産者は草生栽培やたい肥、果樹剪定枝チップなどで土づくりのために有機物を土壌に貯留していた。果樹剪定枝を炭化することで、より長期間にわたって炭素を土に貯留することができるため、新たな取組として推進している。国内では、山梨県が初めてこの取組に参画したため、授業に SSI として導入することにした。

授業では、生徒が農家であると仮定し、「4パーミル・イニシアチブ」の取組に参加するか否かの判断を求めた。生徒に「あなたが農家なら、〇〇農園は4パーミル・イニシアチブの取り組みに参加しますか」と問い、「参加する」「分からない」「参加しない」からの選択とその理由の記述をワークシートに求めた。以降、選択肢を「参加」「保留」「不参加」と表記する。

授業は2時間で構成された。1時間目には、「4パーミル・イニシアチブ」について山梨県が公開している動画視聴を含めて紹介し、その後、上記した問いに対する判断を求めた（以降、「事前」と表記）。続けて、生徒が各自の端末で取組の詳細を探索する活動を行い、授業の終わりに再度問いに対する判断を求めた（以降、「事中」と表記）。2時間目には、1時間目に探索した情報や個人の判断や理由を共有したり議論したりする活動を行った。その際、初めに班で活動を行った後、教室内を自由に移動し、議論する時間を設けた。以上の活動の後、問いに対する最終的な判断を求めた（以降、「事後」と表記）。授業の終わりには、2時間分の授業に対する振り返りを記入する時間を設けた。なお、生徒の判断が方向づけられることを避けるために、2時間を通じて教師による介入は最小限に留めた。

2-2. 分析の対象および方法

分析では、ワークシートの記述のうち、事前、事中、事後それぞれの時点における選択と理由の記述を用いた。その際、2時間の授業ともに出席した35名分を扱った。

分析は次のように進めた。1点目に、RQ1を検討するために人数集計を行った。初めに、事前、事中、事後の時点ごとに参加、保留、不参加の人

数を集計した。次に、個人の判断の推移が分かるよう、判断のパターンを設定して人数の集計を行った。その後、ワークシートに記述された理由の分析を行った。理由に記述された内容から帰納的にカテゴリーを作成した。

2点目に、RQ2を検討するために、まず、記述ごとにどのカテゴリーに注目しているかを整理し、集計を行った。その後、カテゴリーの出現を判断の推移と対応させて検討を行った。次に、生徒別に事前、事中、事後の時点におけるカテゴリーの出現の推移を検討した。

次章の「結果および考察」では、RQごとに見出しを立てて結果を説明する。

3. 結果および考察

3-1. RQ1の検討

表1に、事前、事中、事後における判断の推移の集計結果を示す。この表では、生徒ごとに各時点における判断を集計し、事前を起点として判断の推移が分かるように示している。例えば、事前の時点で参加を選択した生徒のうち、事中の時点で継続して参加を選択した生徒は何名いた

表1 人数の推移

事前	事中	事後	人数
参加【21】	参加【16】	参加【6】	4
		保留【15】	6
		不参加【14】	2
	保留【13】	参加	2
		保留	3
		不参加	4
保留【10】	参加	保留	1
		不参加	3
	保留	保留	1
		不参加	2
	不参加【6】	保留	2
		不参加	1
不参加【4】	保留	保留	1
	不参加	保留	1
		不参加	2
合計			35

表2 作成されたカテゴリーの内容と記述例

カテゴリー	内容	記述例
取組のハードル	活動に取り組むことが容易であるか、困難であるのかに言及した記述	環境に少しでも貢献したいから。取り組みはあまり難しいものではなく、いそがしくてもできそうだったから。
利益	自己や農園の利益、収入やコスト、農園のアピールに言及した記述	取り組むコストも安く、従来の作業と変わらず、取り組みへ転換できる。実現可能かは、分からないが、コストがかからない以上、努力をしたい。
炭素貯留の仕組	炭素貯留の仕組および二酸化炭素の排出に言及した記述	二酸化炭素増加を抑制したい。
取組による波及効果・影響	取組を通じて生じる他の効果や影響に言及した記述	4 パーミル・イニシアチブに二酸化炭素を排出するだけでなく、災害に強かったり、土壌がよくなったりと、自分の農園にとってのメリットもあるから。地球温暖化の観点からはまだ分からない。でも、それ以外にもやる理由がある。
効果検証に関する情報発信	取組の効果に関する情報の有無に言及した記述	まだこの取り組みをしたことで本当に効果があるのかの実証ができていないのでちゃんと効果がでたことが証明されてからこの取り組みに参加したらいいと思う。あと自分がしている農業に合っているかどうか分からない…。

のか、あるいはそれ以外を選択した生徒が何名いたのか、という集計の仕方である。表中の【 】内の数字は、各時点での参加、保留、不参加を選択した生徒の人数の合計を示している。例えば、事前の時点で参加と判断した生徒は21名、保留は10名、不参加は4名であった。

以上の集計によって明らかになったことは、本実践は、生徒の判断の違いを生じさせるものであったこと、また、判断の揺らぎを生じさせるものであったこと、の2点である。判断の違いについては、各時点で参加、保留、不参加の人数に偏りが見られなかったことから言える。例えば、事前の時点では参加が21名、保留が10名、不参加が4名であった。事中、事後も含め、各時点でいずれか一つの選択肢に偏ることはなく、どの選択肢も選択される結果となった。

判断の揺らぎについては、各時点で判断の人数に違いが見られること、生徒ごとに特定の選択をするのではなく、時点ごとに異なる選択肢を選ぶ傾向にあったことから言える。事前、事中、事後で判断が一貫していた生徒は7人であり、28人の生徒が事前から事中、または事中から事後、またはその両方で判断が変化していた。例えば、参加を選択した生徒は事前の時点で21名いたが、途中で継続して参加を選択した生徒は12名、保留に移行した生徒は9名であった。さらに、事前、事中の時点で継続して参加を選択した12名も、事後の時点では6名が保留、2名が不参加を選択した。以上の例は限られたものであ

るが、他の場合にも同様の傾向があることは、表1が示す通りである。以上の結果から、本実践は、生徒の判断の違いと揺らぎを生じさせるものであったと言える。SSIは、ジレンマを包含することから、「4パーミル・イニシアチブ」を題材とした授業は、SSIを導入した授業として成り立ったと判断した。

次に、生徒の記述から作成されたカテゴリーとその内容、記述例を表2に示す。生徒が記述した内容から帰納的にカテゴリーを作成した結果、「取組のハードル」「利益」「炭素貯留の仕組」「取組による波及効果・影響」「効果検証に関する情報発信」の5つのカテゴリーが得られた。「炭素貯留の仕組」という理科に関わる内容が抽出された。また、「取組による波及効果・影響」のカテゴリーにも理科に関わる記述が一部含まれていた。このことから、生徒は本実践において判断を行う際に理科に関わる視点をもって判断していたと言える。以上の結果から、「4パーミル・イニシアチブ」を題材とした授業がSSIを導入した理科授業として成り立ったと判断した。

3-2. RQ2の検討

図1に、事前、事中、事後の各時点における判断ごとの合計人数を取り出して作成したグラフを示す。事中-事後間において人数の増減が顕著であった。事中-事後間で参加が10人減少し、不参加が8人増加する傾向にあった。事中-事後間では、他者との情報交換を行う活動を行ったこ

とから、他者との情報交換が判断に影響を与えたものと考えられる。

表3に、各時点のカテゴリーの出現数を示す。特徴的であったのは、「炭素貯留の仕組」のカテゴリーである。事前の時点では10個、事中では12個、事後では24個と事後に増加の傾向が顕著であった。また、「効果検証に関する情報発信」のカテゴリーについても、事前の時点では1個、事中では7個、事後では15個と継続的な増加が認められたものの、事後に最大となる傾向がみられた。以上の結果から、生徒は「炭素貯留の仕組」や「効果検証に関する情報発信」に注目することを要因として最終的に保留や不参加と判断したと考えられる。

次に、生徒ごとにカテゴリーの出現の推移を検討した。表4に、事前、事中、事後の各時点での一人当たりのカテゴリーの個数を算出した結果を示す。一人当たりの個数は各時点でのカテゴリーの総数と生徒数から算出した。一人当たりのカテゴリーの個数は、事前の時点で1.4個、事中の時点では1.6個、事後の時点では2.3個と事後に多くなる傾向にあった。しかし、数名の生徒の記述の影響により事後に一人当たりの個数が増加した可能性があると考えられるため、個数ごとの人数の集計を行った。その結果を表5に示す。事前の時点では、22人の生徒が1個のカテゴリーの内容について理由を記述していた。複数のカテゴリーについて記述していた生徒は13人であった。事後では4個のカテゴリーに注目して記述していた生徒が4人、3個のカテゴリーに注目して記述していた生徒が13人であった。時点を追うごとに、カテゴリー数の増加が認められる。このことから、事前の段階では判断の際の視点は限定されていたが、事前-事中間の探索や、事中-事後間の情報交換を通じて、多数の視点から判断を下すようになったと考えられる。

以上のことを踏まえると、RQ2に対する結論として、生徒は事前の段階では限定された視点に基づき関与する傾向にあったが、探索や情報交換という学習活動を通じて多数の視点に基づき関与するに至ったと結論づけることができる。また、その視点には教師の介入がなくても理科

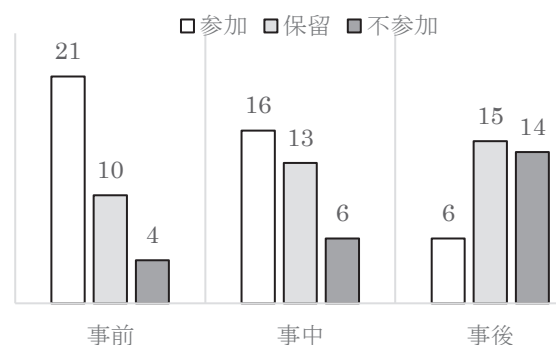


図1 各時点における判断ごとの合計人数

表3 各時点のカテゴリーの出現数

	事前 小計	事中 小計	事後 小計	合計
取組のハードル	16	7	8	31
利益	17	19	23	59
炭素貯留の仕組	10	12	24	46
取組による波及効果・影響	5	11	10	26
効果検証に関する情報発信	1	7	15	23

表4 一人当たりのカテゴリーの個数

	事前	事中	事後
総数	49	56	80
一人当たりの個数	1.4	1.6	2.3

表5 カテゴリーの個数ごとの人数

カテゴリーの個数	事前	事中	事後
1個	22	18	11
2個	12	13	7
3個	1	4	13
4個	0	0	4

授業に関する視点が含まれていた。

4. 結論

本研究では、中学校理科において「4パーミル・イニシアチブ」を導入した授業を実践し、このSSIに対する生徒の関与について検討した。生徒の判断の推移を集計した結果、生徒の判断には違いと揺らぎが確認された。また、生徒の理由から帰納的にカテゴリーを作成した結果、「取組のハードル」「利益」「炭素貯留の仕組」「取組による波及効果・影響」「効果検証に関する情報発信」の5つが作成された。「炭素貯留の仕組」という

理科に関するカテゴリーが作成された。また、「取組による波及効果・影響」のカテゴリーに一部理科に関わる内容が含まれていた。以上のことから、「4 パーミル・イニシアチブ」を題材とした授業が SSI を導入した理科授業として成り立ったと結論づけた。

また、本実践においては、最終的に「保留」や「不参加」と判断する生徒が多い傾向にあった。その要因として「炭素貯留の仕組」や「効果検証に関する情報発信」に注目するようになったことが考えられる。生徒ごとにカテゴリー数を集計した結果、時点を追うごとにカテゴリー数は増加する傾向にあった。生徒の判断は、事前の時点では視点が限定されていたが、探索や情報交換を通じて多数の視点を基に判断を下すようになったと考えられる。

生徒の判断には違いや揺らぎが見られたことは、生徒にとって、一つの事例に対しても個々の価値観の相違や不安定さがあるということを経験する機会になったと考えられる。また、質の異なる 5 つのカテゴリーが作成されたことは、生徒にとって、学級という一つの集団の中でも視点の持ち方は一つではないことを理解したり、多様な視点をもつ契機となったりしたことを示唆する。生徒ごとの理由の記述には、事後において一人あたりのカテゴリーの個数が最大となっていたことから、時点を追うごとに多数の視点をもって判断を行っていたことを確認することができた。

最後に、今後の課題を示す。1 点目に、本実践では教師による介入を最小限に留めた。とりわけ、生徒の判断を方向付けるような働きかけは行わなかった。生徒たちの多くは最終的には不参加と表明したり、判断を保留したりする傾向にあったが、その判断が妥当であるのかどうかについて、今後検討していく必要がある。その際に考えられるのは、直接的に判断を方向付けるのではなく、新たな視点を提示することである。本分析によって導出されたのは 5 つのカテゴリーであったが、この 5 つに限定されない視点を提示することが授業改善の方向性として考えられる。この点が 2 点目の課題である。加えて、本

研究では、カテゴリーの質の検討には至っていない。各カテゴリーの内容の妥当性を問うことを、3 点目の課題とする。以上 3 点が、本研究によって導出された今後の課題である。

引用文献

- 石川美穂 (2021) 「SDGs 達成に向けた共創の取り組みを目指した理科学習の展開に関する研究」『理科教育学研究』第 62 巻, 第 2 号, 367-375.
- 鎌田祥輝 (2023) 「科学教育研究における Socioscientific Issues の意義—デイナ・ザイドラーの所論に着目して—」『教育方法学研究』第 48 巻, 49-60.
- 野添生・磯崎哲夫 (2012) 「“Socio-scientific issues” を取り入れた高等学校化学における授業実践研究—「バナジウムの酸化状態と色に関する実験」の教材開発を事例として—」『科学教育研究』第 36 巻, 第 2 号, 227-240.
- 坂本美紀・山口悦司・西垣順子・益川弘如・稲垣成哲 (2016) 「科学技術の社会問題に関する学習者の思考の評価フレームワークの研究動向」『科学教育研究』第 40 巻, 第 4 号, 353-362.
- 山田瑞貴・内海志典 (2021) 「理科における科学技術に関連した社会的諸問題 (SSI) に関する研究—シティズンシップ教育との関係に着目して—」『理科教育学研究』第 62 巻, 第 1 号, 355-365.
- 山梨県 (2023) 「やまなし自治の風」Retrieved from https://www.ympa.or.jp/wp/wp-content/uploads/2023/03/jichi53_2.pdf (accessed 2024.12.05).