

持続可能な社会に関する意識を高める中学校理科授業の開発

Development of Middle-School Science Lessons that Promote Student Attitudes toward Sustainable Society

土佐幸子, 佐藤隆洋*

Sachiko TOSA, Takahiro SATO*

In this study, middle-school science lessons that promote student attitudes toward education for sustainable development (ESD) were developed and implemented. Survey was administered first to measure college students' attitudes toward ESD. Lesson plans for the unit of chemical reaction in middle-school science were developed next to help students acquire abilities and attitudes that are important for supporting sustainable development. The lessons incorporate instructional strategies such as the use of information cards and the construction of an ESD map to help students make decisions on controversial issues. The results indicate that the lesson plans helped students become more aware of the importance of perspectives based on ESD.

Key words: Education for sustainable development (ESD), middle-school science, socio-scientific issues

1. 問題の所在

限られた地球資源の中で科学技術の発展が急速に進行する現代社会において、地球規模の視点に立ち、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、現在の世代のニーズを満たす開発」¹⁾、すなわち「持続可能な開発」の考えの重要性が高まっている。教育界においては、持続可能な社会作りの担い手を育む教育（Education for Sustainable Development [ESD]）の充実がますます求められるようになった。ESDとは、「環境的視点、経済的視点、社会・文化的視点から、より質の高い生活を、次世代を含む全ての人々にもたらすことのできる開発や発展を目指した教育であり、持続可能な未来や社会の構築のために行動できる人の育成」を目的としている²⁾。

国際的には、1992年の地球サミット、2002年の日本の提案による「持続可能な開発のための教育の10年」の国連採択、2015年の国連サミットにお

ける「持続可能な開発目標 [SDGs]」採択など、大きな取り組みが継続的に展開されてきている³⁾。日本の教育界においても、2008年に公示された学習指導要領において、持続可能な社会の構築の観点が盛り込まれ、学校現場において本格的にESDを推進することが求められるようになった⁴⁾。また、2017年に公示された新学習指導要領においては、「持続可能な社会をつくる」という言葉が多用され、前文や総則に「持続可能な社会の創り手となること」が強く謳われるようになった⁵⁾。また、各教科の内容の中にも持続可能な社会に関する記述が多く見られるようになり、各教科の指導において、持続可能な社会の創り手を育むためのESDを実践することが求められている。文部科学省は、持続可能な社会の創り手を育む教育を支援するために、2014年にESDに関するポータルサイトを開設した⁶⁾。また、国立教育政策研究所は、2012年に「学校における持続可能な発展のための教育（ESD）に関する研究 [最終報告書]」²⁾を発表し、その中で「ESDの視点に立った学習指導の目標」と7つの「ESDの視点

2020.6.22 受理

* 新潟県村上市立朝日中学校

に立った学習指導で重視する能力・態度」を示した。

このような国内外の動向の中、ESDに対する一般の認知度は上がっているのだろうか。2014年10月に公表された内閣府の「持続可能な開発のための教育(ESD)に関する世論調査⁷⁾」の結果によると、ESDを「知っている(意味もわかる)」と回答した人は全体(1826人)の約3%と極めて低かった。国際的に大きく取り上げられているにもかかわらず、ESDについて知る機会が乏しいことがわかる。また、ESDについてもったイメージについて、44%が「具体的な活動をイメージしづらい」と回答している。

教育現場では、ESDの視点に立った学習指導は進展しているのだろうか。全国のユネスコスクール加盟校を対象に2016年に行われたアンケート⁸⁾によると(回答数469校)、「持続可能な開発目標[SDGs]」について「知らない」と答えた回答者は40%に上った。また、「学校教育におけるESDの普及が十分に進まない理由」について、「教職員のESDに関する理解が不十分」を挙げた学校は全体の67.3%と1番多く、「ESDの概念がわかりにくい」を挙げた学校は62.8%と2番目に多かった。教える側である教職員自身がESDの考えを十分に理解できていないという現状がわかる。また、普及が進まない理由について「教職員がESDの実施方法を知らない」の回答が38.9%、「どんな教材を使用しているかわからない」が19.1%あり、実践方法や教材の面でも課題を抱えていることがわかる。

以上の議論から、これからの学校教育において、子どもたちと教員の両者に対して、ESDに関する認知度を高め、内容理解を図る方略の開発が喫緊の課題であると考えられる。そのためには、まずESDに関する意識について現状を把握し、課題点を明らかにすることが求められる。さらに、その課題点の解決に向かうために、現場の教員が教科指導の中にどのようにESDを取り入れていったらよいかを示すことが重要である。そこで、本研究では中学校理科におけるESDに焦点を当て、以下の2点を研究目的として設定する。

1点目は、持続可能な社会やESDという考えに関して、理科教員志望の大学生がどのような意識をもっているのかを明らかにすることである。2014年のESDに関する世論調査では、ESDに関するイメージが設問に含まれているが、限られた選択肢による多肢選択式であり、大人のもつESDに関するイメージが十分に捉えられていない。初等・中等教

育を受けた結果として、持続可能な社会やESDに関して、どのような考えをもつようになったかを見るために大学生を対象に調査を行う。特に、理科教員志望の学生を対象に調査を行い、これから理科教員になろうとしている学生がどのように持続可能な社会やESDを捉えているかを調査する。

2点目は、中学校における理科学習指導の中でESDを効果的に取り入れることのできる指導法を開発することである。国立教育政策研究所が示した「ESDの視点に立った学習指導の目標」と7つの「ESDの視点に立った学習指導で重視する能力・態度」を基本として、理科の単元開発を行う。中学校における通常の理科学習指導の中にESDの視点を効果的に取り入れる手法を提示できれば、教員の負担も少なく、取り入れやすい状況を作ることにつながると思う。

以上の2点を踏まえ、本研究を導く研究課題を次のように設定する。

1. 「持続可能な社会」やESDに関して、理科教員志望の大学生はどのような意識をもっているのだろうか。
2. 中学校における通常の理科学習指導の中で、ESDの視点を取り入れた効果的な授業とはどのようなものか。

本研究の重要性は、ESDについて現状の課題点を明らかにした上で、通常の学習指導の中に含めることができるような手法を提言し、ESDに関する意識を底上げし、理解を深める効果を目指すところにある。ESDに関する教育活動を「総合的な学習の時間」やプロジェクト型の学習時間として実践した事例は多い^{9,10)}。しかし、それでは教員の負担が大きく、取り組みが普及しないことが懸念される。また、持続可能な社会づくりには多くの要素が複雑に絡み合っており、「特定の教科等を設けて実施するのではなく、既存の教科等に組み込むなど、教育活動全体を通して展開することが大切である。(文献2, p3)」と言われている。本研究では、特別な学習時間ではなく、通常授業の中にESDに関する学習を含める手法を模索する。そうすることによって、通常教育活動の中でESDの視点が多く含まれるようになり、ESDに関する一般の認知度が上がり、理解が深まることが期待される。

2. 理論的枠組み

2.1 構成主義的なアプローチによる学習の捉え

本研究は、構成主義的アプローチ¹¹⁾を学習の理論的枠組とする。構成主義的アプローチによれば、学習とは外からの新たな刺激に対して、教師が一方的に情報伝達することによっては成立せず、学習者が自ら積極的に対象に働きかけることを通して、学習者が自分のスキーマに取り入れ、概念を形成することによって成り立つと考える。学習者が新たな刺激を取り入れて概念形成する際には一般に葛藤に伴い、学習者のスキーマを同化させたり、再構築したりすることが必要となる。そこで重要な役割を果たすのが他者との関わりである¹²⁾。自分の考えを他者に表すことによって考えの明確化を図ったり、他者の考えを聞くことによって新しい視点を得たりすることができ、学習が成立させやすくなると考える。そこに、学習者とのやり取りを通して学習を支援する役割を担う教師の存在がある。また、学習者同士の関わりの重要性も見いだされる。さらに、形成される概念は、学習者が自ら構築すれば何でもよいというわけではなく、社会的に認められた概念と整合性が図られていなければならない¹³⁾。ここにも、学習者が正しい概念を構築するように支援する教師の役割がある。

ESDの視点で学習を行う場合にも、構成主義的なアプローチに立てば、自ら事象に働きかけ、他者との関わりを通して概念構築することにより、ESDの視点に立った学習で求められる能力が養われるものと考えられる。

2.2 ESDの視点に立った学習の枠組み

本研究では、ESDの視点に立った学習の枠組みとして、国立教育政策研究所が2012年に「学校における持続可能な発展のための教育（ESD）に関する研究〔最終報告書〕²⁾」に示した目標と生徒に身に付けてほしい能力・態度を採用する。

ESDの目標として「国連持続可能な開発のための教育の10年（実施計画書）¹⁴⁾」に掲げられたのは、「すべての人が質の高い教育の恩恵を享受し、また、持続可能な開発のために求められる原則、価値観及び行動が、あらゆる教育や学びの場に取り込まれ、環境、経済、社会の面において持続可能な将来が実現できるような行動の変革をもたらすことであり、その結果として持続可能な社会への変革を実現すること（p4）」という大きなものである。しかし、ここではESDを教科指導の学習活動に組み込むという限られた状況を考えている。そこで、「持続可能

な社会づくりに関わる課題を見だし、それらを解決するために必要な能力や態度を身に付けること」と目標を絞って設定した。以下で、下線部について説明する。

「持続可能な社会づくり」を捉える要素、すなわち構成概念として、3つの文献^{14)~16)}から抽出されたキーワードを、「人を取り巻く環境（自然・文化・社会・経済など）に関する概念」と「人（集団・地域・社会・国など）の意思や行動に関する概念」に大別した。さらに「持続可能な社会づくり」を考えるには全体をシステムとして捉え、その中の①多数の要素からなる視点、②互いに作用し合う視点、③変化する視点の3つの視点に分けて、6つのキーワードを例示的に当てはめることにした（表1）。

表1 「持続可能な社会づくり」の構成概念

視点	①多数の要素	②互いに作用	③変化する
人を取り巻く環境	多様性	相互性	有限性
人の意思や行動	公平性	連携性	責任性

ESDで重視する能力と態度についても様々な捉え方がある。国立教育政策研究所の報告書では、4つの文献^{14)~17)}で取り上げられた能力と態度を整理して、学習指導要領に掲げられた目標やOECDのキーコンピテンシーとも相合せを行い、7つの能力・態度を例示的に取り上げた²⁾。表2に、目標とともに7つの能力・態度を示す。

表2 「ESDの視点に立った学習指導の目標」及び「ESDの視点に立った学習指導で重視する能力・態度」（国立教育政策研究所，2012）

【ESDの視点に立った学習指導の目標】	
教科等の学習活動を進める中で、「持続可能な社会づくりに関わる課題を見だし、それらを解決するために必要な能力や態度を身に付ける」ことを通して、持続可能な社会の形成者としてふさわしい資質や価値観を養う。	
【ESDの視点に立った学習指導で重視する能力・態度】（例）	
① 批判的に考える力	合理的、客観的な情報や公平な判断に基づいて本質を見抜き、ものごとを思慮深く、建設的、協動的、代替的に思考・判断する力
② 未来像を予測して計画を立てる力	過去や現在に基づき、あるべき未来像（ビジョン）を予想・予測・期待し、それを他者と共有しながら、ものごとを計画する力

③多面的、総合的に考える力	人・もの・こと・社会・自然などのつながり・かかわり・ひろがり（システム）を理解し、それらを多面的、総合的に考える力
④コミュニケーションを行う力	自分の気持ちや考えを伝えるとともに、他者の気持ちや考えを尊重し、積極的にコミュニケーションを行う力
⑤他者と協力する態度	他者の立場に立ち、他者の考えや行動に共感するとともに、他者と協力・協同してものごとを進めようとする態度
⑥つながりを尊重する態度	人・もの・こと・社会・自然などと自分のつながり・かかわりに関心をもち、それらを尊重し大切にしようとする態度
⑦進んで参加する態度	集団や社会における自分の言葉や行動に責任をもち、自分の役割を踏まえた上で、ものごとに自主的・主体的に参加しようとする態度

本研究は、中学校における通常の理科学習指導の中で、ESDを効果的に行うことのできる手法を提言することを目的としている。教科指導の中でESDを行うにあたり、目標と生徒に身に付けてほしい能力・態度を明らかにする必要がある。本研究では、表2に示した目標と重視する能力・態度を、基盤になるものとして利用する。

2.3 SSI教育の視点に立った学習の枠組み

「持続可能な開発」の定義に「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、現在の世代のニーズを満たす開発」とあるように、ESDの視点に立った学習においては、矛盾を含む状況についての判断や相反する立場に立って考えることが求められることが多い。前述のように、ESDの視点に立った学習指導で重視する能力と態度が多岐にわたっているのも、ESDの複雑さを反映していると考ええる。また、「持続可能な社会づくり」の構成概念に「人を取り巻く環境」と「人の意思や行動」の2分割があったように、理科学習の中でESDの視点を取り入れるに当たり、科学技術と社会の関連を考えることが不可欠となる。

科学技術に関する社会的な問題の中で、道徳や倫理を含む多様な価値が関わり、論争やジレンマを含み、構造化されていない問題をSocioscientific issues [SSI] と呼ぶ¹⁸⁾。原子力発電、地球温暖化、遺伝子組み換え作物、安楽死、クローンなどがSSIの例であり、原子力発電と地球温暖化はESDで扱われる問題でもある。Wuら¹⁹⁾はSSIに直面したときの学

習者の推論プロセスとして、準備段階と熟慮段階の2段階を経ると考えた（図1）。準備段階では、既有知識や個人的信念などに基づいて、直面したSSIに対する直観的な推論と判断がなされる。その後、時間をかけて情報を収集・吟味し、他者との議論も踏まえて、より熟慮した推論がなされると考える。熟慮した推論では、最初の決定またはその修正を、より詳細な根拠に基づき正当化したり、精緻化したりして最終的な決定が下される。これは、直観的な推論に対して、合理主義的な推論に分類されると考えられる。

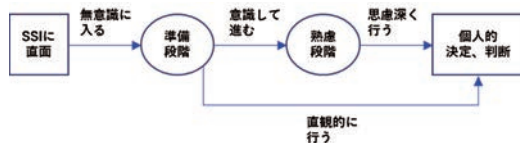


図1 SSIについての2段階推論プロセス
(Wuら, 2012年より)

SSIには、正しい答えが一つであるとは限らず、賛否両論がある場合がある。問題の解決方法において、SSI教育とESDの視点に立った学習は共通しており、SSI教育で得られた知見が、ESDの学習に役立つことが期待される。学習者がESDに関する問題について意思決定をする場合、図1の2段階推論プロセスは有用であり、本研究において活用することが可能であると考えられる。

3. ESDに関する意識調査

3.1 ESDに関する意識調査の対象と方法

本研究では、「持続可能な社会」やESDに関して、大学生がどのような意識をもっているのかを調査する。調査の目的は現状把握にある。本研究において、ESDを取り入れた中学校の理科学習指導を開発するにあたり、中学校の教科指導を受けてきた大学生が現在、持続可能な社会やESDに関して、どのような意識をもっているのかを把握することが重要であると考えた。

調査は、新潟県内のある大学の理科教員志望学生8名を対象とし、2019年の5月にアンケート調査によって実施した。この調査では対象を限定し、理科教員志望の学生のESDに関する意識を調べることとした。アンケートは、持続可能な社会に関する課題について、学生がどのような意識をもっているか、また、実際に日常生活においてどんな行動を取っているのかを明らかにするために、日常生活の場面で

想起させるような形式の選択式問題と記述式問題、計13問から成る²⁰⁾。設問内容としては、環境問題に関する「ゴミの分別」と生物の多様性に関する「遺伝子組み換え食品」に関して、一連の質問を設けた。さらに「持続可能な社会」についてどう考えるかについて、自由に記述する設問を含めた。

3.2 アンケート調査の結果と考察

表3に「はい」と「いいえ」で回答する設問についての結果を示す。

表3 選択式問題の回答結果 (人数, N=8)

質問内容	はい	いいえ
【質問1】 普段、学校や職場、家などでゴミを捨てる時、あなたはゴミを分別して捨てますか。	7人	1人
【質問7】 あなたは遺伝子組み換え食品について知っていますか。	7人	1人
【質問11】 あなたは「持続可能な社会」という考えについて知っていますか。	5人	3人

表3からわかるように、ゴミの分別や遺伝子組み換え食品についてはほとんどの学生が知っていたが、知らない学生も1人いた。また、「持続可能な社会」については、理科教員志望の学生でも知らないと答えた学生が複数いた。

次に、記述式の設問に対する回答を示す(表4)。

表4 記述式問題の回答結果 (N=8)

【質問5】 ゴミを分別して捨てることの意味を説明してください。自分の考えを自由に記述してください。(N=8)
<ul style="list-style-type: none"> ・燃やすと有害なガスが出るものもあるし、リサイクルできるものもあるから。 ・環境によい。 ・リサイクルされる。 ・資源を再利用することができる。 ・ゴミ処理センターで燃えないゴミが入り込むことや、有毒なガスが出ないようにすることで負担を減らす。 ・再生することのできる資源ゴミなどがあるから。 ・燃やしてしまうと有毒な物質が出て、環境を破壊する可能性があるから。 ・リサイクルに繋がったり、地球のために、分別して捨てる。
【質問9】 あなたが遺伝子組み換え食品に賛成する理由は何ですか。自分の考えを自由に記述してください。(N=2)
<ul style="list-style-type: none"> ・名前を聞いたことがあるだけで、何が悪いかわからないから。

・遺伝子組み換えによって食料の収穫量が増えたり、寒さや暑さに強い食品になるため、食料不足が改善されるかもしれないから。

【質問10】 あなたが遺伝子組み換え食品に反対する理由は何ですか。自分の考えを自由に記述してください。(N=1)

・安全でないイメージ。

【質問13】 現在の地球では、多くの人々が豊かで便利な生活を送っている一方で、生態系の破壊や温室効果ガスの大量排出による異常気象、貧富の差の拡大など様々な問題が発生しています。そしてこれらの問題と深い関係のあるテーマの中に「持続可能な社会」という考えがあります。「持続可能な社会」とは、「地球環境や自然環境が適切に保全され、将来の世代が必要とする物を損なうことなく、現在の世代の要求を満たすような開発が行われている社会。」と言われており、この「持続可能な社会」を実現するために世界中の国々や企業が様々な取り組みを行っています。また、国や企業だけでなく、個人でも節電や節水、ごみ拾いやゴミの分別、動植物の保護、車の使用をできるだけ控えるなど様々な活動を行っている人もいます。あなたはこの「持続可能な社会」についてどう考えますか。自分の考えを自由に記述してください。(N=7)

・一人一人が自分のことだけでなく、地球規模で考えながら生活していく必要があると考える。自分の行動が地球にどんな影響を与えるのかなどを全員が認識しないと難しいと考える。

・みんなが少し気をつかって生活するだけでよりよい社会になると思った。

・「いが、自分の子や孫が生きていく時代を考えると、やはり、世界全体で考えていかなければならない問題だと思う。そのために、個人でできることを始めるというのは誰もが考えていかなければいけない行動だと思う。

・環境は守り続けるべきだと思う。

・地球環境は人間によって壊されてきたのでそれを回復させるには人間が行動しなければならないと思う。ゴミの分別や節電・節水はそんな大きな活動ではなく個人でできる小さな活動であり、一人一人がやることで結果が出ると思うので私も取り組んでいこうと思う。

・一人一人が持続可能な社会を実現するために、ゴミの分別などの小さなことを進んで行うことが重要だと思う。

・今のエネルギーの使い方では持続可能な社会を作ることにはできないと思う。しかし人間の意識で本当に持続可能にするという流れができれば、それに近い形にはなると思う。また今では壊れることでビジネスが成り立つので、その考え方を消さないかぎり良くはなっていないと思う。

記述式問題の回答から、大学生が持続可能な社会に対してそれぞれ自分なりの考えをもっていることがわかった。

サンプル数は8名と少ないながらも、調査結果から学生のもつ意識について傾向が明らかになった。自由記述を見ると、「環境を破壊」や「地球のために」、「地球環境は人間によって壊されてきた」という表現に見られるように、地球規模の環境に対して守る意識をもちながらも、「少し気を使って生活するだけで」や「自分が生きている間は問題ない」などの表現にあるように、楽観視している姿勢が見られる。また、持続可能な社会について、多様性や公平性などの構成概念や、批判的に考える力や他者と協力する態度などを重視する能力や態度に関する言葉は全く見られず、学生のESDに関する意識は、理科教員志望の学生であっても、表面的なものに留まっていると考えられる。さらに、複数の学生が「一人一人」という言葉を用いていたことから、個人レベルの活動しか思い描いていないことがわかった。このことから、持続可能な社会の実現のために行動を起こし、周りの人々と連携して継続するという高い意識をもつ学生は少ないことが示唆された。

4. ESDと理科学習マップ

アンケート調査によって、持続可能な社会に関して学生の意識が低いことが示唆された。この理由として、学生はこれまでに持続可能な社会やESDに関して学習する機会を十分に与えられてこなかったということが考えられる。そこで、中学校に焦点を絞り、ESDの視点に立った理科指導について、指針をわかりやすく示した「ESDと理科学習マップ」というものを作成した(図5)。

このマップは、国立教育政策研究所が示し、本研究の基本にすることにした「ESDの視点に立った学習指導の目標」と「ESDの視点に立った学習指導で重視する能力・態度」を基に作成され、本研究において、ESDの視点に立った中学校理科単元を開発する際に、指針となるものである。マップの構成は、大きく「目標」、「何を教えるか」、「どう教えるか」の3つの要素からなる。それぞれの要素について、以下に説明する。

4.1 ESDの視点に立った理科学習の目標

まず目標は、国立教育政策研究所が示したものに、理科特有の事項を加え(下線部)、次のように設定した。

理科の学習指導を進める中で「持続可能な社会作

りに関わる課題を見いだし、それらを解決するために必要な能力や態度を身に付ける」ことを通して持続可能な社会の形成者としてふさわしい態度や価値観を養うとともに、過去の科学技術の発展の歴史を踏まえ、常に理科的な視点をもって、様々な物事を判断できるようになること。

ESDにおいて、現在の世代のニーズから将来の世代のニーズへの転換を考えるにあたり、参考になるのは過去の歴史である。特に科学史・技術史を紐解けば、人類が展開してきた科学技術の進歩や過ちの事例をたどることができる。そこで「過去の科学技術の発展の歴史を踏まえ」という表現を加えた。また、理科においてESDの視点に立って学習を進めるには、学習指導要領に記載されているように理科の見方・考え方を働かせて探究し、問題解決することが重要になる。そこで「常に理科的な視点をもって、様々な物事を判断できるようになること」という表現を加えた。

4.2 ESDの視点に立った理科学習指導の内容

「何を教えるか」について、国立教育政策研究所が示した7つの能力・態度を「認知」、「社会」、「行動」の3つに分類し、理科学習に当てはまるように赤字の部分を加えた(図2)。学習者に対して、常に「理科的な視点」をもってESDを取り入れた理科学習指導を行うという目標を踏まえ、認知面に分類した「①批判的に考える力」と「③多面的、総合的に考える力」には、「理科的な視点で」という表現を加えた。また、行動面に分類した「②未来像を予測して計画を立てる力」には、具体的な対象を明記するために「地球の未来像」とした。

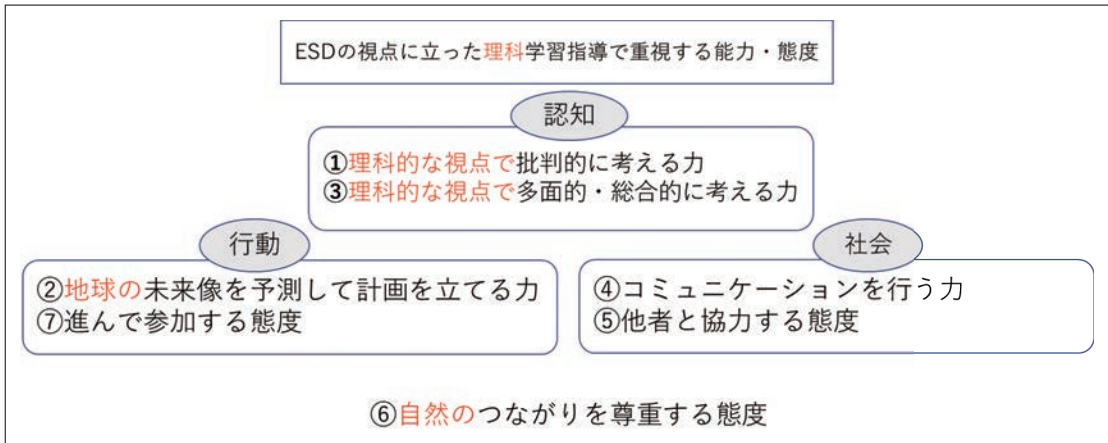


図2 ESDの視点に立った理科学習指導で重視する能力・態度（文献1を基に筆者が作成）

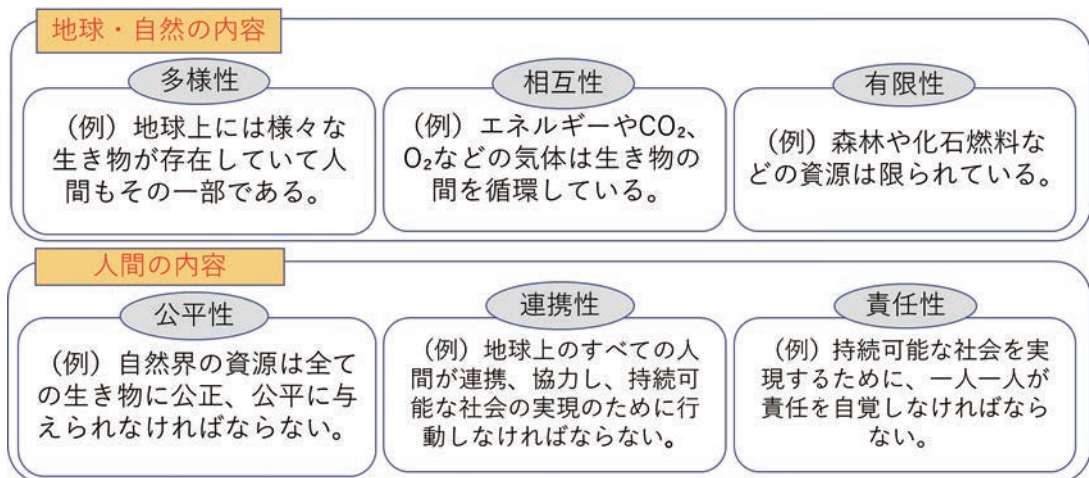


図3 ESDの視点に立った理科学習における構成概念

図2に示したように、「④コミュニケーションを行う力」と「⑤他者と協力する態度」を社会面に分類した。また、「⑦進んで参加する態度」を行動面に分類した。「⑥つながりを尊重する態度」は人間も含めた生態系におけるつながりと捉え、「自然の」を加えた。「⑥自然のつながりを尊重する態度」はESDの視点に立った理科学習全体に関わると考え、3つの分類の外に位置づけた。

次に、ESDの視点に立った理科学習の内容として「地球・自然の内容」と「人間の内容」の2つを設定し、それぞれに国立教育政策研究所が示した「持続可能な社会づくりの構成概念」を3つずつ分類した。これに関して文献1では、「人を取り巻く環境に関する概念」と「人の意思や行動に関する概念」の2つ

に分類されていたが、本研究では、理科学習に焦点を当てていることから、「人を取り巻く環境」とは地球と自然のことであり、「人の意思や行動」は人間だけのことでありと捉え直した。図3には、6つの構成概念に沿って理科学習における内容例を挙げた。

4.3 ESDの視点に立った理科学習の指導法

「どう教えるか」について、理科学習においてESDに関する課題に直面した際の「考えるプロセス」を示す（図4）。これは本研究において、2.3節で述べたSSI教育における2段階推論プロセス（図1）を基に作成したものである。

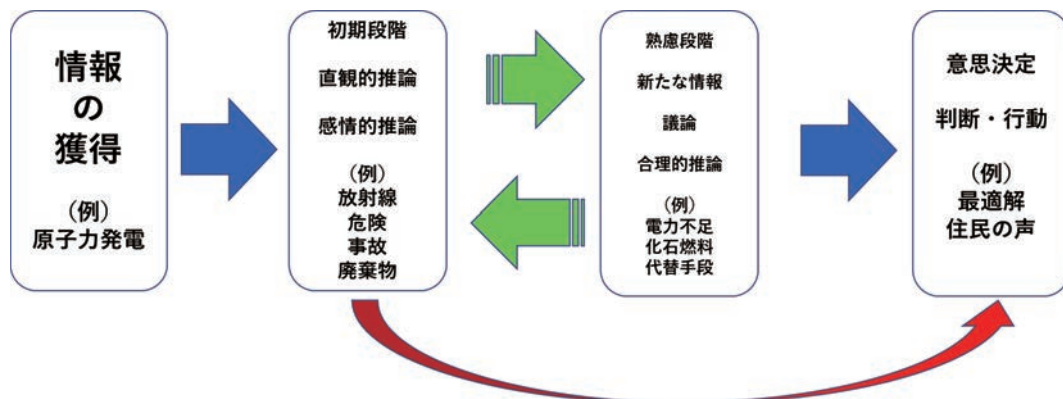


図4 ESDに関する課題に直面したときの2段階推論プロセス（図1を基に著者が作成）

図4は、学習者がESDに関して賛否両論がある課題に直面したとき、初期段階の直観的あるいは感情的推論から始まり、新たな情報の獲得や議論を通して合理的推論を行う熟慮段階を経て、意思決定をするまでのプロセスを示す。図4には「原子力発電所の稼働に賛成か、反対か。」という課題を例として示した。学習者が課題を与えられた直後には、「放射線の影響が恐ろしいから反対」という感情的な推論や「原子力発電は二酸化炭素を排出しないから賛成」などという直観的な推論が表出されると考える。「原子力発電がないと電力不足になる心配がある」ことや「化石燃料は有限」、「代替発電手段の

開発」などの新たな情報や論点を加えて議論し、直観的な推論や感情的な推論に戻ることがあっても、最後には合理的な推論によって最適解を見出し、意思決定をすることが期待される。中学校理科学習においては、このように情報の獲得と議論を通して、反復して考えるプロセスを生徒に体験させることによって、図2に示した能力や態度を育むことができると期待する。

マップには、教師がESDの視点に立った学習指導をする際に活用できる手法として、「話し合い」、「帯活動」、「ICT」などの例を含めた。

図5に「ESDと理科学習マップ」の全体を示す。

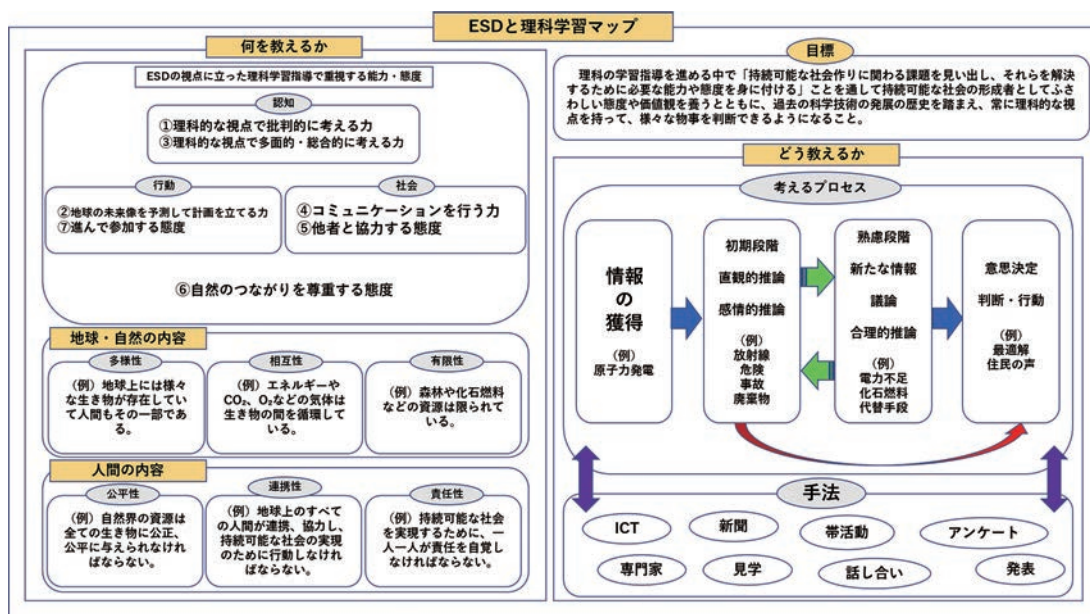


図5 ESDと理科学習マップ

5. ESDの視点に立った理科授業開発と実践

5.1 授業開発の計画

本研究は、中学校の通常の理科学習指導においてESDを効果的に取り入れる指導法の提言を目的としている。そこで、前節で作成した「ESDと理科学習マップ」を基に、「ESDの視点に立った理科学習指導で重視する能力・態度」を学習者に身に付けてもらうためには、具体的にどのような授業を行うことが有効なのかを考え、開発に着手した。本研究では、中学校第2学年の「化学変化と原子・分子」の単元の中の「いろいろな化学変化」の章における全8時間について、章単位の授業開発を行い、実践を行った。

本研究におけるESDの視点に立った授業開発にあたって、3つの要素が重要であると考え、取り入れた。1つ目は、学習者にESDを視覚に残りやすい形で導入することによって、ESDの視点を常に頭のすみに置いてもらうことである。そのために、章の最初の授業の冒頭で、ESDに関する短いビデオを見せることにした。また、教科書²¹⁾に載っているキャンプファイヤーの写真とESDの関連を学習者に考えさせる活動を取り入れた。これらの手立ては、教師の口頭の説明よりも視覚的で記憶に残りやすく、有効であると考えた。

2つ目は、ESDの視点に立った課題には、矛盾を含む状況についての判断や相反する立場に立てることが求められることが多いことから、解が一つに定まらない複雑な課題を提示し、自分なりの意思決定をし、行動に移す疑似体験の活動を授業に取り入れた。そのような活動を通して、持続可能な社会の担い手となるために求められる7つの能力や態度を育成できると考える。本研究では、「鉄の精錬」を扱う授業において、「情報カード」を用いてロールプレイング形式で、様々な立場の人になったつもりで意見を述べる。情報カードには、鉄の精錬についていろいろなデータが書かれたものと、「住民」や「環境保護団体」といった立場の人物の意見が書かれたものがあり、後者のカードを受け取った学習者にはその立場に立ってもらい、「街に新たな鉄の精錬工場が建設されることに賛成するか、反対するか。」という課題に対して、意見を述べてもらう。3人から4人のグループで1つの意思決定をする活動を行った。情報カードの例を図6に示す。

3つ目は、学習者に多角的な視点をもってもらうために、章の最後の時間に、これまでの学習を踏ま

えて、グループごとに「化学変化とESDマップ」というものを作成する活動を取り入れた。ESDに関する課題は、多くの要素が複雑に絡んでいることが多いため、意思決定をする際には、多角的な視点が必要となる。そのため、本研究では、マップという形で様々な要素を書き出して関連付けることにより、多角的な視点の獲得を促せるのではない

かと考えた。マップを作成した後は、他のグループのマップを見て回る活動を行い、より広範囲に多角的な視点を得ることを促すことにした。マップの作成は、模造紙とマーカーペンをを用いて行い、「化学変化とESD」を中心において、産業、環境、政治といった視点や領域を最低4つ取り入れることを条件とした。また、章の授業計画においては、このマップの作成に向けて、毎授業の最後に「授業内容の中でESDに関連があると感じたこと」を付箋に書きためるという作業を含めた。以上の3つの要素を取り入れて作成した章の授業計画を表5に示す。

5.2 授業実践

本研究では、2019年12月に、ある国立大学教育学部の理科教員志望学生7名を対象とした計3時間のESDを取り入れた模擬授業実践を行った。表5の授業計画のうち、今回の授業実践においては、視覚的な導入、疑似体験活動、そしてマップの作成の3つの要素をそれぞれ柱とした3時間の授業について実践を行った。参加人数が少なかったため、7時間目と8時間目は1時間にまとめて実践した。表5において、実践した授業を太枠で示す。

5.3 授業実践の効果の検証方法

授業の効果を検証するために、授業実践の前後で学習者の持続可能な社会やESDに関する意識がどのように変化するかを調べた。調査のためにアンケートを作成した。授業前のアンケートは1時間目の授業の直前に、授業後のアンケートは3時間目の授業の直後に行った。授業前アンケートの項目は、5件法で21問とし、授業後アンケートの項目は、授業前アンケートと全く同じ項目に記述式の問題を1問加えた。アンケートの設問は、「ESDと理科学習マップ」の「ESDの視点に立った理科学習指導で重視する能力・態度」を基に作成し、7つの能力・

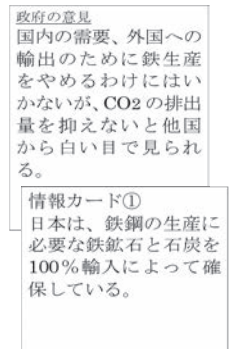


図6 授業実践で用いた情報カード

表5 ESDの視点に立った理科授業計画（太枠は模擬授業で実践した授業）

時間	学習内容	教師の手立て	ESDの視点
1	・ESDに関する短いビデオを見る。 ・キャンプファイヤーの写真の中でESDと関係しているところはどこか考える。（ノートに書き出す） ・ESDと持続可能な社会についてインターネットを用いて自由に調べる。	・章の学習を通して「いろいろな化学変化とESDの関係を見ていきたい。」と伝える。 ・章の最後に「化学変化とESD」を中心にしたマップの作成をすると伝える。	・章の毎回の授業において、最後に10分ほど時間を取り、本時の授業で学んだことの中でESDに関連していると思ったことや疑問に思ったことなどを付箋にまとめる。
2	・スチールウールの酸化の実験を行う。	・キャンプファイヤーで燃えている木は有機物、鉄は無機物であることを口頭で確認する。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・鉄の酸化は二酸化炭素が発生しないから環境に悪影響はない。 ・木と違って、酸化鉄になっても鉄自体は無くならないから資源は失われない。 ・鉄はどうやって得るか？天然の鉄はあるのか？
3	・酸化，燃焼，さびについてまとめる。	・金属の酸化と二酸化炭素や水の発生する酸化の違いを強調しながら黒板でまとめる。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・木のような炭素を含む物質が酸化すると二酸化炭素が発生する。（環境に悪影響がある？） ・釘などがさびてしまったら、もう使えない？（資源が失われてしまう？）
4	・酸化銅の還元の実験を行い、還元についてまとめる。	・「木や鉄に酸素がくっつく反応があるなら、逆に酸素がとれる反応もあるか？」という導入で引きつける。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・さびた金属も還元すればまた利用できる。 ・水素で還元すれば、二酸化炭素は出ない。（環境に優しい）
5	・鉄の精錬について、「情報カード」を用いた活動を行う。	・ESDの視点をもって鉄の精錬について考えるよう伝える。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・天然の鉄鉱石から鉄を得るとき、二酸化炭素が発生する。 ・鉄の精錬では、石炭を大量に消費する。 ・ESDについて、もっといろいろな人と意見交換したい。
6	・発熱，吸熱反応の実験を行い、まとめる。	・火力発電による発電は発熱反応によることを強調する。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・熱の発生には資源の消費が伴っている。
7	・マップの準備を行う。	・マップは、「化学変化とESD」を中心として環境、経済など最低4つの視点を入れるように伝える。	○付箋にまとめて欲しいこと。（例） ・化学変化はESDと深く関連している。 ・ESDは様々な視点から考えることが重要だ。
8	・マップの展示会を行う。	・他のグループのマップを見て回る際は、積極的に質問をして、メモを取るよう伝える。	

態度についての設問をそれぞれ2問から4問含めた。授業実践におけるアンケートを表6に示す。表

6にはそれぞれの設問が7つの「能力・態度」のどれに該当するかについても示す。

表6 授業実践の効果検証のためのアンケート

選択肢：5：強くそう思う 4：そう思う 3：どちらでもない 2：そう思わない 1：全くそう思わない		能力・態度
番号	項 目	
1	自分の子どもや孫、その先の子孫に、幸せな人生を送ってもらうために、地球の資源は計画的に使わなければならない	②
2	山や海は広いので、少しであればごみを捨てたり、汚したりしても大きな影響はない	③
3	環境問題やエネルギー問題について、専門家の言うことが正しいとは限らない	①
4	二酸化炭素の排出量の多いアメリカや中国などの大国が、まず積極的に二酸化炭素の削減に取り組むべきであって、それを他の国にも求めるのはおかしい	⑤
5	環境問題やエネルギー問題などに関する国際目標は、国どうしが決めたことなので、政府や企業が取り組む課題であり、一般市民が取り組む必要はない	⑦
6	ニュースや新聞で取り上げられる環境問題やエネルギー問題について、科学的な根拠をもって人の意見を鵜呑みにしないことは重要だ	①
7	過去の人々がどのように地球の資源やエネルギーを使ってきたのか、またそれによってどのような結果が生じたのかを顧みることは重要だ	②
8	エネルギー問題や環境問題についての意見交流会があるなら、積極的に参加したい	④, ⑦
9	自分一人が節電や節水、ゴミの分別などをしても効果は微々たるものなので、する必要はない	②
10	環境問題やエネルギー問題は、工場関係者や産業廃棄物業者など一部の人間によって引き起こされてきた	①
11	より大量に、より効率的に、食物を得るために作物や家畜の品種改良や遺伝子組み換えはもっと積極的に推奨されるべきだ	⑥
12	エネルギー問題や環境問題などについて、自分なりの考えを持ち、それを他者に伝えることは重要だ	④
13	一日に使う水の量や、冷暖房器具を使う時間などを決めて計画的に生活することは重要だ	②
14	環境問題やエネルギー問題について考えるとき、まず科学的な知識・理解を得ることが重要だ	①
15	エネルギー問題や環境問題に対しては、大体みんな同じような意見をもっていると思うので、わざわざ話し合うのは時間の無駄だ	④
16	地球の資源を最も有効利用できるのは人間なのだから、地球の資源は全て人間が管理して使っていくべきだ	⑥
17	人間は生きているだけで、周りに様々な影響を与えるので、自分も地球に生きている以上、地球の限られた資源やエネルギーを守るために自身で行動を起こすことが重要だ	⑦
18	エネルギー問題や環境問題について考えるとき、それに関わる様々な人々の立場に立って、問題を多角的に捉えることが重要だ	③
19	節電、節水、ごみの分別等の取り組みについて、家族や友人などを誘って、行動の輪を広げていくことが重要だ	⑤
20	イルカやクジラ、サルといった知能の高い生き物だけでなく、植物も虫も地球に生きるありとあらゆる生き物を平等に扱い、大切にしていけることが重要だ	⑥
21	物を捨てる時、何か他のことに使えないかと考えることは重要だ	③

ESDの視点に立った理科学習指導で重視する能力・態度：①理科的な視点で批判的に考える力、②地球の未来像を予測して計画を立てる力、③理科的な視点で多面的・総合的に考える力、④コミュニケーションを行う力、⑤他者と協力する態度、⑥自然のつながりを尊重する態度、⑦進んで参加する態度

設問の中には、複数の能力・態度を含むものもある。表6に挙げた能力・態度は、分類の例を示したものである。アンケートには7つの能力・態度の全てに関する設問が含まれている。

6. 授業実践の結果と考察

6.1 アンケート結果

授業実践の前後に実施したアンケートについて、結果を示す。結果の示し方については、選択式21問における5～1の選択肢を点数化し、それぞれ平均値をとった。設問番号2, 4, 5, 9, 10, 11, 15, 16の項目については、ネガティブな問いであるた

め、選択肢を5～1ではなく、1～5に読み替えて平均値をとり、設問ごとの平均値を折れ線グラフに示した(図7)。図7において、授業前(青い点線)と授業後(赤い実線)を比べて、平均値が授業後の方が高くなっていれば、授業実践によってESDに関する学習者の意識に向上が見られたと言える。図7では、設問番号を各「能力・態度」の①～⑦の順番に左から並び替えており、表6のアンケートにある設問番号の順番とは異なることに注意する。①～⑦のそれぞれの「能力・態度」ごとの平均点を表7に示す。

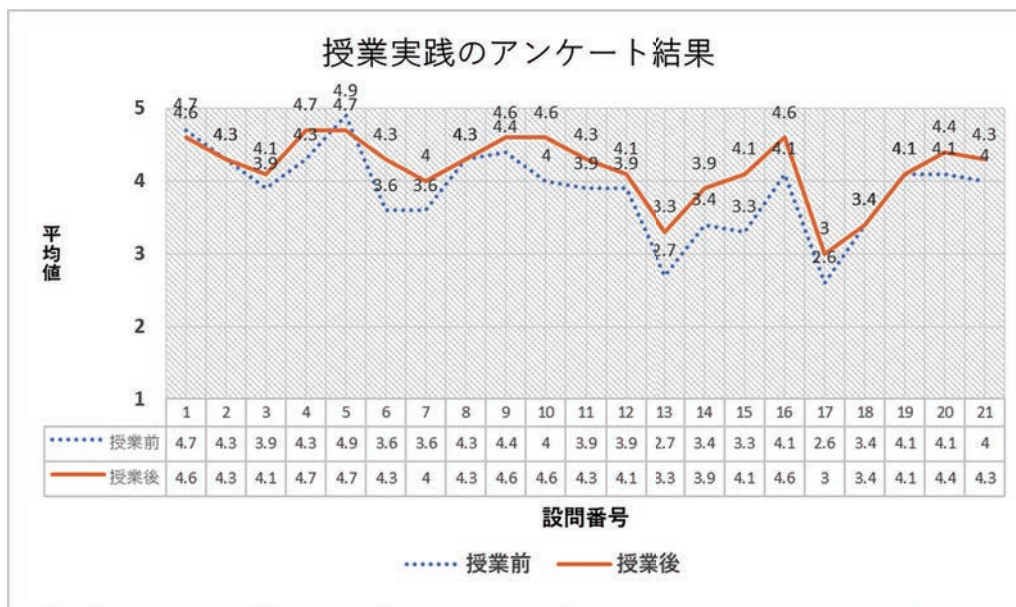


図7 授業実践前後のアンケート結果：設問ごとの平均値 (N = 7)

表7 授業実践前後のアンケート結果：「能力・態度」ごとの平均値 (N = 7)

能力・態度	①批判的思考	②未来像予測	③多面的思考	④コミュニケーション	⑤他者と協力	⑥自然のつながり	⑦進んで参加
授業前	4.3	4.1	4.1	3.3	3.7	3.4	4.1
授業後	4.4	4.3	4.5	3.8	4.4	3.5	4.4

表8に自由記述式の設問に対する回答を示す。

表8 授業実践後のアンケート結果：自由記述
(N=7) (下線は筆者による)

3時間の授業を通して、あなたの考え方や意識に変化はありましたか。変化があった場合は、どのように変わったのか教えてください。また、どの活動があなたの考え方や意識を変えるのに役立ったか教えてください

・今までは、科学的に資源や地球温暖化について、持続可能な社会を考えていましたが、様々な役割を与えられ、他の人の考えを自分のものとして考えることで、科学的な話だけでなく、人間が生活するうえで必要であるとか、失業者が出てしまうといった情緒的な内容について考えるきっかけになった。また、4人で議論しながらマップを作ることで、ESDに関して様々な新しい考え方ができた。

・電気自動車などは環境にいいと思っていたが、車から出る排出ガスが減るだけで他で電気を作っているから意味ないというのを知って「確かに」って思いました。

・ESDについての考えが深まった。日常で環境問題について意識する機会はあまりなかったが、自分らの生活がそれぞれ環境に影響を与えている事を知った。もっと環境に対して深く考えていく必要があると思いました。また、少しでも節約できる方法などがあれば実践していきたい。

・今まではこの世の中の環境や資源などをどう次の世代に伝えられるようにするかは、自分次第という考えを持っていたが、それは良いことだが、不十分であることがわかった。なぜならそれは、自分の持っている少ない情報と価値観の中で、導き出した結論だからである。色々な人、立場の人達と意見を交わし、多角的な視点で捉えられるようになった状態で自分の意見を固めるべきだと思った。

・課題に対して、複数の立場で情報を得ることで、より多角的に考えることができた。環境問題などの規模の大きな課題について考える際には、複数の立場から考えたり、より多くの情報を得てから決断するようにしたい。ESDの視点などを与えられると考えやすい。

・様々な立場に立って考えることによって、化学変化とESDの関係を深く考えられた(情報カード)。リサイクルやゴミの分別は、もともととしていたが、今後はもっと心がけたい。

・環境問題と政治や産業などがつながっていることは知っていたが、今回の授業を通してそれぞれとのつながりが強いことを再確認できた。また、私たち個人とのかかわりも意識できたので、今後の生活を見直すきっかけになったと思う。

6.2 授業実践に関する考察

図7のアンケートにおける選択式の設問ごとの平均値からわかるように、1番と5番の設問を除いて、授業後の平均値は授業前と同じか上回っている。また、1番と5番の設問についても、授業前後の変化はわずかであり、いずれにしる平均値が高い。図7のグラフから赤い実線が青い点線を上回っていることは明らかである。従って、授業実践によって、学習者のESDの視点に立った理科学習指導で求める能力・態度に対する意識が、全体的に向上したと考えられる。また、授業後の自由記述では考えが授業前後で変化したことを全員が認めている。特に、「複数の立場」、「多角的な視点」、「様々な立場」といった言葉が見られ、多面的に考えることの重要性を認識した学生が多かったことがわかる。意識の変化を促した活動として、「情報カード」を使った活動やマップの作成を挙げている学生がおり、授業に取り入れた要素は効果的に働いたと考えられる。

また、情報カードを用いた活動では、ESDの課題に対して意思決定を行う機会が与えられた。図8に「製鉄所の建設に賛成か反対か」について班で話し

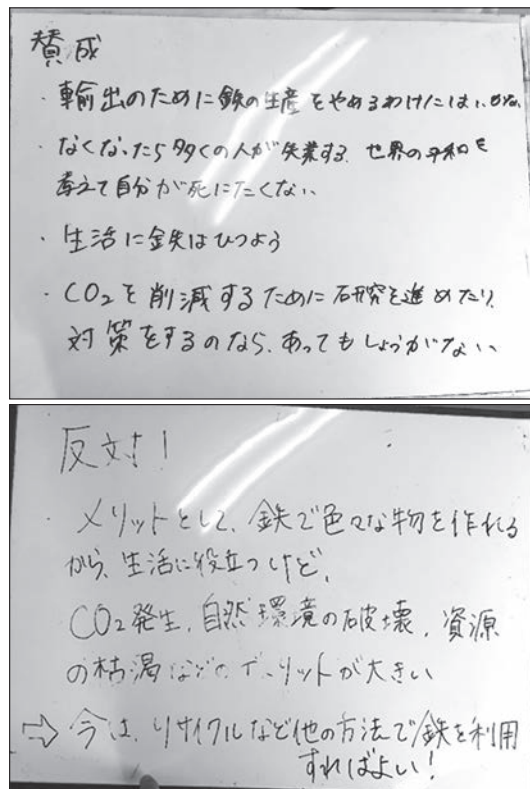


図8 意思決定の根拠を表したホワイトボード

合った結果をまとめたホワイトボードを示す。「しょうがない」という表現やメリット・デメリットを考えた上での結論であることから、SSIの推論プロセスの熟慮段階のように、参加者は情報を基に議論を通して合理的な推論を行ったと考えられる。このようにESDの視点に立った教科指導において、学習者に繰り返し意思決定を行う擬似体験を積ませることによって、批判的・多面的な思考力を身につけさせることができると考えられる。

本研究における授業実践は、わずか7人の大学生を対象とした試験的なものであったが、アンケート結果は、開発した授業が、ESDに関する意識を高めることについて意図したように効果的であり、手法として妥当な方向にあることが示された。

7. まとめと今後の展望

7.1 通常の教科指導でESDを取り入れる際の利点と課題点

持続可能な社会の実現に向けて、本研究においては、通常の理科学習指導においてESDの視点を取り入れた授業開発を行い、実践と効果検証を行った。その結果、ESDで重視される能力と態度の育成を目指して取り入れた手法は、意図したようにそれらの能力と態度に関する意識を高めることに効果的であった。

さて、ESDを通常の教科指導に取り入れる利点とはどこにあるだろうか。まず、挙げられるのは、教科指導を通してESDに関して継続的に指導できる点である。単発的な指導では意識の変革は難しいと考えられる。本研究において、3回の模擬授業実践を行うことにより、参加者の意識の変化が顕著に見られたと考えられる。

また、ESDを教科指導に取り入れることによって、教科内容のより深い理解がなされることが期待される。例えば、本研究の金属の精錬の授業では、情報カードを用いて、教科書には載っていない情報（例えば、「日本の産業界が排出する二酸化炭素のうち、約45%が鉄鋼業によるもの」）を学習者に提示し、ESDの視点から金属の精錬を捉えさせた。ESDの考えは、「鉄鉱石から酸素を奪って炭素が二酸化炭素になる」という還元反応を、二酸化炭素の排出量の増大という異なる視点と結びつけ、より強く印象付けたものと考えられる。

次に、ESDを教科指導に取り入れる課題点を考える。ESDを取り入れた教科指導は、単元（あるいは章）を通して行う必要があるため、単元計画を立て

る教師にESDを取り入れるという強い意識が必要である。本研究で実践したのは3時間の授業であるが、その3時間の授業を計画するにも多くの時間を要した。年間を通してESDを取り入れた教科指導を行うことが、現実的に可能であるかどうかは不明である。

また、ESDには理科に関係する課題の他にも「ジェンダー」、「貧困」、「病気」など様々な課題が含まれているため、ESDの実践にあたっては、教科横断的な指導が求められている。本研究では理科でのみESDの実践を行ったため、教科横断的になったときに、どのような困難があるか不明だが、さらに多くの時間と労力が必要となるだろうことは想像に難くない。

7.2 本研究の限界

本研究では、大学生を対象として、アンケートによる意識調査、および授業開発と実践を行った。しかし中学校の通常の理科授業における調査をするには、実際に中学生を対象に授業実践を行う必要がある。また、対象とした人数も少なく、一般化を図ることは難しいが、少なくとも実践の結果、効果が見られたことは、本研究の方向性が妥当であることを示している。

7.3 今後の展望

本研究では、「ESDと理科学習マップ」を基に章単位の授業開発と実践を行い、その効果を検証した。「ESDと理科学習マップ」のように、ESDの視点を取り入れた理科指導について、1枚の絵で表したものは、他の教員にも参考になると考える。今後は他の教員や研究者とも協力して単元開発を行い、中学生を対象に3年間を通したESDの実践を行って、その効果を検証していきたい。

また、意識調査や授業前後のアンケートについても、中学生のESDに関する意識を捉えられるように改良を加えていきたい。本研究では、授業実践の効果をアンケートでのみ調査したが、今後はインタビュー調査等を加えることによって、検証の精度を上げていきたい。また、ESDの教科横断的な指導を実現するために、「ESDと理科学習マップ」を他教科に拡張し、総合マップを作成した上で、単元開発、授業実践、効果検証を行っていきたい。そのような研究を通して、ESDをさらに広げていきたいと考える。

引用文献

- 1) 国連総会決議（ブルントラント委員会）：
Report of the World Commission on Environment and Development, 1987年.
- 2) 国立教育政策研究所：学校における持続可能な発展のための教育（ESD）に関する研究（最終報告），2012年.
- 3) 外務省：国連持続可能な開発のための教育，2015年.
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/edu_10/10years_gai.html
- 4) 文部科学省：中学校学習指導要領，2008年.
- 5) 文部科学省：中学校学習指導要領解説【理科編】，2017年.
- 6) 文部科学省：ESD持続可能な開発のための教育（ポータルサイト），2014年.
<http://www.esd-jpnatcom.mext.go.jp/>
- 7) 内閣府：持続可能な開発のための教育（ESD）に関する世論調査，2014年.
- 8) 文部科学省，日本/ユネスコパートナーシップ事業：平成28年度ユネスコスクール年次アンケート結果，2016年.
- 9) 文部科学省：ユネスコスクールESD優良実践事例集，2014年.
- 10) EPO中部：ESD授業のつくりかた－22のエピソード－，2016年.
- 11) Fosnot, C. T. (Ed.): Constructivism-Theory perspectives, and practice, Teachers College Press, 2005年.
- 12) Vygotsky, L. S.: Mind in society: The development of higher psychological processes, Harvard University Press, 1978年.
- 13) Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P.: Constructing scientific knowledge in the classroom, Educational Researcher, 23(7), 5-12, 1994年.
- 14) 関係省庁連絡会議：「国連持続可能な開発のための教育の10年（実施計画）」，2006)
- 15) ESD-J：持続可能な開発のための教育10年推進会議ESD-J，2006年.
- 16) 英国教育技能省：ESD資源レビューツール，2005年.
- 17) McKeown, R.: ESDツールキット，2002年.
- 18) 坂本美紀，山口悦司，稲垣成哲，益川弘如，西垣順子：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，40(4)，353-362，2016年.
- 19) Wu, Y. T., & Tsai, C. C.: The effects of university students' argumentation on socio-scientific issues via on-line discussion in their informal reasoning regarding this issue. In M. S. Khine (Ed.) Perspectives on Scientific Argumentation+ Theory, Practice, and Research, 221-234, Springer, 2012年.
- 20) 佐藤隆洋：持続可能な社会に関する意識を高める中学校理科授業開発研究，新潟大学教育学部理科教育学的研究室，令和元年度卒業論文集，2020年.
- 21) 学校図書：中学校科学，2016年.