

ESDの視点から見る高等学校数学科の指導の在り方 ー協調的学習の実践を通して感じた数学科教育の展望と課題ー

愛知県立豊田東高等学校 寺 田 直 樹

1. はじめに

本校は全日制総合学科の高等学科であり、生徒は進学や就職といった一人一人の希望の進路に合わせて自由に選択科目を履修することが可能である。より多様な進路実現を可能にするために、2クラス3展開の少人数指導の学習形態をとっており、個に応じた指導を行うために適した環境であるといえる。また、平成24年度よりユネスコスクールに加入し、ESDの拠点校として様々な教育実践を行ってきた。

2. 研究のねらい

本研究の目的はESD（持続可能な発展のための教育）の視点を理解し、高等学校数学科の授業の在り方を考えていくことにある。持続可能な開発のための教育を数学科においてどのように行っていくのか、また、総合学科である本校の特徴をどのように指導に生かしていくのかを授業実践を通して考えていきたい。

3. ESDとは

持続可能な発展(Sustainable Development:SD)とは、「*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*」や「*人間を支える生態系が有する能力の範囲内で営みながら、人間の生活の質を向上させること*」と定義される。そのための教育が「Education for Sustainable Development:ESD」である。つまり、10年後、100年後の未来の社会づくりのために環境的、経済的、社会・文化的な視点にたつたうえで持続可能な未来や社会の構築のために、行動できる人材を育成することを目的とする教育である。持続可能な社会づくりに関する課題は「国際理解」や「地球環境」をはじめ現実社会における広範囲な諸問題と関連している。そのため、ESDの視点に立った学習指導も広範囲な課題に対応していくことが求められる。こうした複雑性によりESDがどのようなものであるかを不明確にしている。そこで国立教育政策研究所(2012)は、広範囲にわたる課題を、持続可能な社会づくりの構成概念として「相互性」「多様性」「有限性」「公平性」「責任性」「協調性」の6つの要素に分類し、それらを解決するために必要な能力・態度をの①批判的に思考・判断する力、②未来像を予測して計画する力、③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他者と協力する力、⑥つながりを尊重する態度、⑦責任を重んじる態度の7つの項目に整理し、ESDの視点に立った学習指導を進める枠組みを提示している(図1)。こうした視点を意識して学習指導を行うことで、現実社会の複雑な諸問題に対して貢献していく人材を育成していくことが求められている。

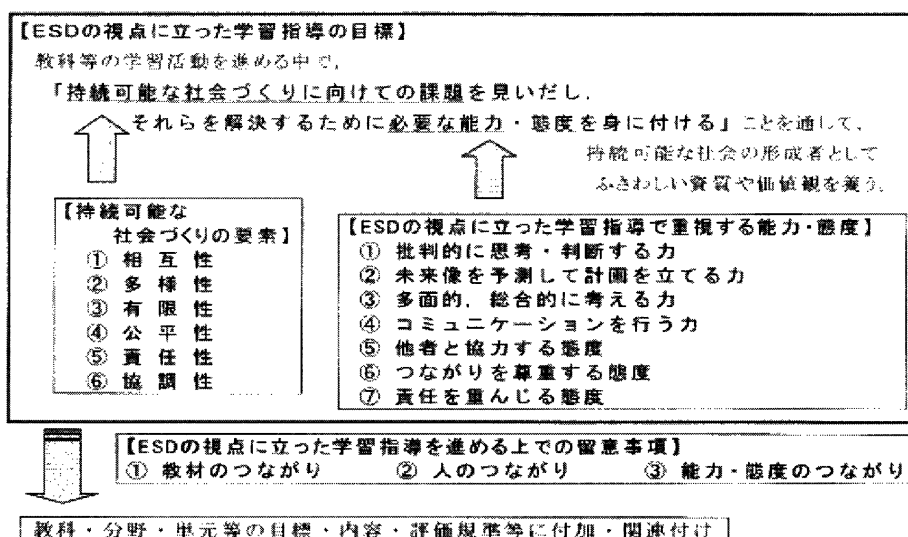


図1 ESD の視点に立った学習指導を進めるうえでの枠組み(国立教育政策所, 2012)

図1 ESD の視点に立った学習指導を進める上での枠組み

4. ESD の視点から見る数学科の指導の在り方

持続可能な社会づくりに向けて、数学科で【ESD の視点に立った学習指導で重視する能力・態度】を育成するために、授業の中で筋道立てて考えを伝える態度や他者と協力して問題解決していくとする態度を身に付けていく必要がある。国際理解や地球環境についての諸問題に関する知識を得ることよりも、数学を学ぶことで得た知識や技能を、現実社会における諸問題に応用していく力の育成が求められる。例えば数学Ⅰで学習する「データの分析」において、統計データを読み取り分析していくことで複数のデータの相関について考えたり、仮説を立てて統計的手法を用いて実証していくことが考えられる。また、いろいろな関数の性質について学習した後に、採取したデータの変化の仕方がどのような関数に近い数量変化をしているかといったことを考察することが考えられる。このように、データとグラフから未来を予測してより科学的な視点で現実問題について深く考えようとする姿勢を身に付けることが考えられる。しかしこうした指導は、ある程度学習が進み多様な知識を得ていなければ実現は難しいように感じられる。第1学年で履修する基礎的な内容では、環境問題や国際理解に応用することは、特定の領域での指導のみに偏ってしまい、年間を通じて指導し続けることが困難である。そこで、数学科における指導では、環境問題や国際理解についての知識を身に付けさせることよりも、それらを考えていくうえで基盤となるような「学び方」や「考え方」を身に付けさせることを意識して指導することが重要であると考えた。

そうした視点に立って授業について考えると【ESD の視点に立った学習指導で重視する能力・態度】を身に付けさせる指導は決して特殊な授業ではない。学習指導要領で重視される言語活動を基盤とした問題解決型の授業の中で十分に育成可能な力であると考えられる。普段の学習指導の中で、「他者との関わり」や「論理的な思考・判断・表現」を意識することが重要である。そこで、ESD の視点に立った授業として、ペア学習やグループ学習といった他者と協調的に学ぶことを重視した学習指導

を実践してきた。生徒が学んだ定理や公式などの知識をどのように問題解決に生かすかを、生徒同士のコミュニケーションを通して学ぶことができる授業が重要である。そうした授業を効果的に行うためには、生徒一人一人が責任をもって学習に参加する姿勢が重要な課題となる。グループ学習を通して、数学が得意な生徒だけが発言し、他の生徒がただ説明を聞いているだけでは【ESDの視点に立った学習指導で重視する能力・態度】を十分に育成することにつながらない。生徒一人一人に学習参加に対して責任を持たせる指導の在り方を考えていくことが大切になる。

5. ESDの視点に立った数学科授業の実践

以上のことを踏まえ ESD の視点に立った授業として平成 26 年 11 月 21 日、第 16 回総合学科教育研究大会における公開授業において、授業実践を行った。その授業は、数学 A における単元『図形の性質』の学習のまとめとして、これまでの学習内容を用いてグループ学習により問題演習を行う授業であった。この単元では、中学校で学習した図形の性質に関する基礎的な知識の理解を深め、図形の性質をより多面的、発展的に見る力を養う事が求められる。道筋だった論証によって角や辺の大きさを求めたり、特定の図形の性質が成り立つことを証明したりすることが主な内容となる。生徒にとっては、問題解決に当たり多様なアプローチをとることができる一方で、因数分解や方程式といったような計算に重きを置く単元に比べて、初見の問題に対して何をすべきなのか困惑してしまう生徒も出てきてしまうことが考えられる。したがって、アイディアを出し合い協同的に問題解決していくことが効果的にできると考えられる。そこで、本実践において次の 3 点に留意して授業を行うことで ESD の観点である「連携性」と「責任性」を強調した。

- ① 生徒一人一人が考えをもつように、事前に学習プリントを配布し家庭学習により一度問題演習に取り組ませる。
- ② 多様なアプローチを用いて解決できた問題、解決の過程を生徒同士で説明しやすい問題を提示するにする。
- ③ グループ学習においては、伝える側と伝えられる側の両社の立場になるように学習形態を工夫する。

- ① 生徒一人一人が考えをもつように、事前に学習プリントを配布し家庭学習により一度問題演習に取り組ませる。

「責任性」を強調し学習に対して積極的に参加させるためには、生徒一人一人が 1 つの問題に対して時間をかけて考える必要がある。初めて見る問題に対して、直感的に解法が浮かぶ生徒はよいが、解法がなかなか見つからない生徒は学習を通して聞き手に回ってしまいがちである。学習参加に対して責任を持たせるということは、単に他者の助言を待つだけでなく自ら少しでも考えようとする姿勢が必要であると考えられる。事前に取り組ませる演習問題を提示し、各々で考えて来るように指示をしておくことで学習の準備をさせておくことが重要であると考えられる。

- ② 多様なアプローチを用いて解決できた問題、解決の過程を生徒同士で説明しやすい問題を提示するにする。

本実践で扱った演習問題は次のような問題である。

1

$AB=4$, $BC=8$, $CA=6$ である $\triangle ABC$ の内心を I とし、直線 AI と辺 BC の交点を D とする。
 このとき、次のものを求めよ。
 (1) 線分 BD の長さ (2) $AI : ID$

2

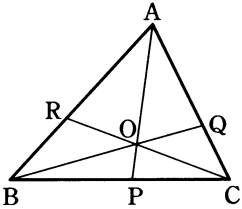
右の図において、3 直線 AP , BQ , CR は 1 点 O で交わっている。
 $AR : RB = 3 : 2$, $AO : OP = 7 : 2$ であるとき、次の線分比を求めよ。
 (1) $BP : PC$ (2) $AQ : QC$

3

$AB=7$, $BC=8$, $CA=9$ の鋭角三角形 ABC の内接円の中心を I とし、この内接円が辺 BC と接する点を P とする。
 (1) 線分 BP の長さを求めよ。
 (2) A から BC に垂線 AH を下ろすとき、線分 BH , AH の長さを求めよ。
 (3) $\triangle ABC$ の面積と、内接円の半径を求めよ。

4

右の図において、3 直線 AP , BQ , CR は 1 点 O で交わっている。
 $AR : RB = 3 : 2$, $AO : OP = 7 : 2$ であるとき、次の線分比を求めよ。
 (1) $BP : PC$ (2) $AQ : QC$



問題①は、内心の定義である三角形の3本の角の二等分線の性質を利用して、線分比を求めること、チェバの定理を利用して線分比を求めることという2つの解決過程を用いることのできる問題である。問題②は、一見チェバの定理を用いて線分比を求める基本的な問題に見えるが、与えられた線分比の条件から、チェバの定理よりメネラウスの定理を用いる方が適した問題であり、それぞれの定理の特性を意識させる問題である。問題③は、三角形の3本の辺と面積から内接円の半径を求めるという問題である。この内容は数学Ⅰで学習する未習事項である。しかし、生徒同士の話し合いの中から公式を発展的に導かせるために取り扱った。問題④は、基礎的な証明問題である。中学校で学習した三角形の合同の証明を用いて、四角形が円に内接することを証明する問題である。本校の生徒は、証明問題に対して苦手意識を持っている生徒が多いが、話し合いの中でポイントをつかませることで証明活動に慣れさせることが狙いでこの問題を取り扱った。以上のように、生徒同士の話し合いにより、解決過程の多様さ、発展的な事柄を発見することの楽しさを気づかせ言語活動がより充実したものとなるように留意した。さらに、ESD の視点である他者のつながりを大切にするという観点からも、他者の考えを活かしてよ

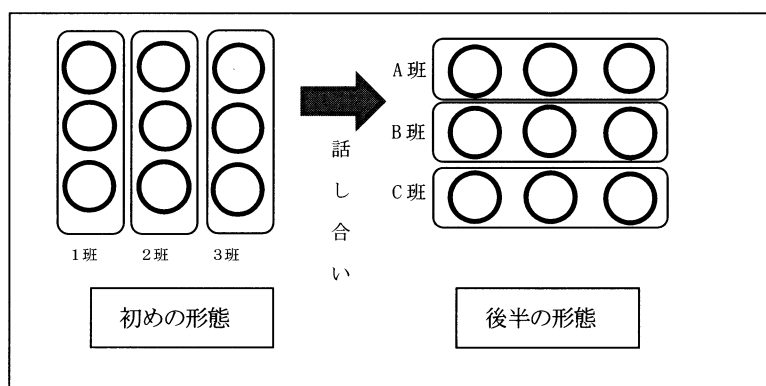
り発展的な学びへ生かすという姿勢を身に付けさせた。

③ グループ学習においては、伝える側と伝えられる側の両方の立場になるように学習形態を工夫する。

本実践において強調したい事柄の一つに、責任をもって学習に参加する姿勢を身に付けさせるという ESD の視点である。グループ内で一人の生徒が話し続けていたり、積極的に会話に参加しようとしていない生徒がいたりするのではなく、グループの一員としてできる限り貢献しようとする態度を身に付けさせたい。そこで、グループでの学習を「ジグソー学習」の形態を取り入れた。「ジグソー学習（ジグソー法）」とは、アロンソン(E.Aronson)の考案した学習法で、「あるテーマについて複数の視点で書かれた資料をグループに分かれて読み、自分なりに納得できた範囲で説明を作って交換し、交換した知識を総合してテーマ全体の理解を構築したり、テーマに関連する課題を解いたりする活動を通して学ぶ協調的な学習方法」と定義される。つまり、一度グループで一つのことについて話し合った後、異なる班を結成し先ほどの班での成果を共有する学習法である。本実践では、5人グループを4つ（20名クラスの授業）作り、そこで問

図2 ジグソー学習の方法

題1から問題4の解法を1班につき1問話し合わせる。そこで、解決のための要点や別解などを話し合わせる。そのさい各グループに、「後でほかの人に説明できるように細かい点まで説明できるように」と声をかけ、グ



ループでの話し合いを深めるように促す。初めの形態で解法を話し合わせた後グループを解体し、4人グループを5つ作る。その際、各グループに問題1から問題4まで話し合ったグループの者が1人ずつ所属するようにする。そこで初めのグループで話した内容を各々が発表し合う活動に移行する。そうした学習形態をとることで、数学が苦手な生徒にとっての足場を作りつつ全員が発言、説明するという学習参加をする状況を作ることができる。

以上の①から③に留意して問題演習に取り組ませることで、生徒一人一人が自分の学習参加に対して責任を持ち、考えを説明し合うことで協調的な学びの環境を作ることができ、「連携性」や「責任性」という ESD の視点からみた育てたい力の育成につながると考えられる。

実際の授業では、個人差はあったがほぼ全員が問題1から問題4の解法について深めることができた。授業後のアンケートでは、生徒は次のように感想を述べている。協調的に学ぶことの意義を見出す生徒や学習への責任をもつことができた生徒なども見られた。

- ・一人で学習するよりも、細かいところまでかんがえたから理解が深まった。
- ・説明の仕方にもいろいろあるんだと気づいて楽しかった。
- ・普段の授業では聞いているだけだから理解しなくても過ぎていくけど、今日みたいな授業だとみんなに迷惑をかけないように頑張れた。
- ・いつもならすぐにあきらめてしまうような難しい問題に答えられて楽しかった。

6. まとめと今後の展望

本研究では、学習形態を工夫し協調的な学習を促すことで ESD の観点である「連携性」と「責任性」を生徒に身に付けさせる手立てについて考察した。しかし、数学が諸科学とどのようにつながっているのかという「相互性」を指導で協調するという点では改善の余地があると感じる。図形の性質という単元の性質上、国際理解や環境教育とのつながりを伝えることは難しかったが、「2次関数」「いろいろな関数」「データの分析」といったように現実の諸問題に応用できると考えられる教材もある。今後は、学習形態の工夫に加え、指導内容に関する工夫について研究を深めていきたい。また、生徒の学習への参加の仕方を評価する方法についても研究が必要である。グループ内での話し合いに生徒がどのように参加し、どのような変化があったかといったことを評価する方法について具現化していきたい。

参考文献

- ・ 国立教育政策研究所教育課程センター(2012)「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」
- ・ 二宮裕之(2011)「第3章 指導」. 高等学校数学教育研究会(編),『高等学校数学教育の展開』(pp.76-109).東京都:聖文新社
- ・ 三宅なほみ (2010)「V部 関係と状況の中での学び5.協調的な学び」. 佐伯胖(監修) 渡部信一(編),『「学び」の認知科学事典』(pp.459-478).東京都:大修館書店