

「SDGs×STEAM」を軸とした探究型学習モデルの構築

葉山泰三・大谷佳子・亀井朋也

(奈良教育大学附属中学校)

竹村景生・佐竹靖・新谷太一・相生真志・石木雅人

(奈良教育大学附属中学校)

谷口義昭

(奈良教育大学 技術教育講座 (技術科教育))

The Construction of an Inquiry Learning Model Centered on “SDGs×STEAM”

Taizo HAYAMA, Yoshiko OTANI, Tomoya KAMEI

(Junior High School attached to Nara University of Education)

Kageki TAKEMURA, Yasushi SATAKE, Taichi SHINTANI, Masayuki AIOI, Masato ISHIKI

(Junior High School attached to Nara University of Education)

Yoshiaki TANIGUCHI

(Department of Technology Education, Nara University of Education)

要旨：奈良教育大学附属中学校においては、持続可能な開発のための教育（ESD）の理念を踏まえた実践研究を推進してきており、更にESDの理念を継承する持続可能な開発目標（SDGs）も教育活動に取り入れてきた。そして、ESDの理念を基にした学校行事を通じた総合学習や、3年生で行う卒業研究を通じた探究学習にも力を入れ、教育研究会においてその実践の成果報告を行ってきた。また、科学技術分野においても先駆的な実践研究を積み重ね、STEAM教育と呼ばれる分野の実践力も高めてきた。そこで、これまでの実績を基盤とし、本校のESDとSDGsの研究成果を生かした教育として新たに「SDGs×STEAM」を軸とした探究型学習モデルの構築を行うこととした。さらに、特別支援学級でもSTEAM教育の実践を行い、その教育効果の検証を行った。結果、本校の特色や独創性を生かした実践を行うことができ、明確な成果も確認することができた。

キーワード：ESD Education for Sustainable Development

SDGs Sustainable Development Goals

STEAM Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics

1. はじめに

世界には環境、貧困、人権、紛争などの様々な問題が山積している。これら現代社会の深刻な問題を主体的に捉え、その課題解決につながる新たな価値観や行動を生み出し、持続可能な社会の創造を目指す教育であるESD（Education for Sustainable Development）が、国際社会でも非常に大切であると認識されており、国連を中心として2005年から世界中で取り組まれてきた。更に2015年からは持続可能な開発目標であるSDGs（Sustainable Development Goals）の理念も世界中に普及し、日本でも多くの企業、自治体、教育機関が、その目標達成に向けての活動を始めている。

また、科学技術が日々加速度的に進化する現代社会においては、科学技術に関係する学問を、教科横断的に深く学ぶSTEAM教育が、今世界中で大きく注目されており、多くの国で実践もされている。近年、日本でもS

TEAM教育を取り入れる教育機関が急増しており、企業でも優秀な人材育成に向けてのSTEAM教育に期待する機運が高まってきている。

そのような世界情勢の中、奈良教育大学附属中学校では、かつてより力を入れてきたESDに、本校ならではのSTEAM教育の実践を融合させた新たな教育モデルを構築し、先駆的な実践研究を行うこととした。

そして、本校の特色、独創性、実績を生かして構築した新たな教育モデルについて教育効果の検証も行い、その成果を明らかにした。

2. 「SDGs×STEAM」を軸として構築した探究型学習モデルについて

2.1. ESD、SDGs、探究学習、STEAM教育における本校の基盤について

奈良教育大学附属中学校では、2005年からESDの理念を踏まえた実践研究を推進してきており、更に

2015 年からは、E S D の理念を継承した持続可能な開発目標 S D G s (Sustainable Development Goals) も教育活動に取り入れてきた。

具体的には、E S D の理念を基とした教育を、教科教育に加えて総合学習や学校行事などにおいても実践してきた。特に、奈良めぐり、臨海実習、沖縄修学旅行などの学校行事においては、現地でのフィールドワークも取り入れ、独創性のある教育を数多く実践してきた。また、3 年生で行う卒業研究を通じた探究学習にも力を入れており、これら E S D と探究学習における実践については多くの成果を挙げ、教育研究会の場でも発表してきた。

さらに本校は、理数教育やロボット教育の科学技術分野でも、先駆的な実践研究で多くの成果を挙げてきており、いわゆる S T E A M 教育と呼ばれる分野の実践力も高めてきた。

そこで、本校のこれまでの E S D、探究学習、S T E A M 教育における実績を基に、これらの研究成果を生かした教育として、「S D G s × S T E A M」を軸とした探究型学習モデルの構築を行うこととした。

2. 2. E S D と S T E A M 教育を生かして構築する探究型学習のモデルについて

3 年間の探究学習の集大成として、3 年次で卒業研究を行っている。卒業研究に向けて、まず 1 年次では探究学習の基本を総合学習の時間や奈良めぐりといった行事の中で学ぶ。2 年次では、奈良めぐりや臨海実習などの行事の中で、実践的な探究学習を行っている。そして、この 2 年間の取り組みの中で、3 年次での卒業研究に必要な力を、段階的に培っていく。

3 年間で生徒達が行う探究学習の中には、多種多様なテーマが存在するが、その際、E S D の理念を基盤としながらも、理数や科学技術に関連する研究を行う生徒も多い。このようなケースにおいてこそ、本校の強みである E S D と S T E A M 教育を効果的に融合させ、より高いレベルの探究学習に導いていくことが出来る。そして、この学習モデルを構築し、その教育効果も検証していくことが、今回の実践研究のねらいである。

次に今年度に行った具体的な実践例について述べていく。

3. 学校行事と連携した実践

3. 1. 奈良めぐりと連携した実践

2020 年 10 月下旬に 1・2 年合同の奈良めぐりという行事を実施した。この行事は、単なる遠足や観光ではなく、E S D や S D G s の視点を持って、地元の奈良の特色や課題について主体的に深く学ぶ、探究型の総合学習である。

1・2 年が混在して 8 つのコース「茶道の歴史」「墨・筆の文化」「観光とホスピタリティ」「鹿と人の共生」「奈

良公園ランドスケープ」「世界遺産と鹿」「多文化共生」「身近な世界遺産」に分かれ、S D G s における 17 の目標を基にして多様な課題を設定し、7 月からコースごとの事前学習も開始した。各コースの特徴に合わせて、フィールドワーク、専門家の講演、企業や行政との連携、課題解決に向けた研究なども実施し、充実した内容の事前学習を行った上で当日に臨んだ。

各コースとも多くの成果を出したが、ここでは、以前から地道に研究を積み重ねてきた、鹿に関する深刻な問題に臨んだコースについて言及する。

その研究は、本校ならではの E S D と S T E A M に関わる学習ノウハウを有効活用しており、今回提唱する「S D G s × S T E A M」を軸とした探究学習のモデルともなるものであった。以下にその実践を示す。

3. 2. 鹿問題の解決を目指した研究について

奈良公園周辺に生息する鹿は、奈良の観光のシンボルとなっており、奈良の経済活性化に欠かせない存在である。しかしながら、そこには、利点ばかりではなく、様々な問題も存在している。

鹿と人が共存する上での問題について調査を進める中で、生徒達が注目した問題は、大量のプラスチックゴミが胃袋に溜まり鹿が衰弱死している問題と、交通事故によって多くの鹿が死亡している問題であった。この 2 つの問題は、実は 10 年以上も前から分かっていたが、行政をはじめとしてどの関係機関も解決できず、現在に至ってしまっている深刻な問題でもあった。

生徒達はまず、鹿の胃袋に大量のプラスチックゴミが溜まる問題の解決に向けた研究を進めたが、この問題解決に向けた生徒達の研究は、E S D や S D G s の理念とも一致するものであった。

3. 3. 鹿が食べても安全なレジ袋の開発について

奈良公園には毎年多くの観光客が訪れ、その経済効果も非常に大きい。残念なことにはゴミをポイ捨てする人が後を絶たない。ポイ捨てされたコンビニ袋や弁当容器を鹿が食べてしまって胃袋にプラスチックが溜まり、やがて衰弱死に至ってしまうのである。

この問題を解決するため、生徒達は鹿が食べても消化できる素材で、安全なレジ袋を開発する研究を始めた。この研究を進める上で、E S D や S D G s の理念はもとより、S T E A M 教育も欠かせなかった。教員は、研究開発にあたって必要な科学、技術、ものづくり、デザインに関する知識を、教科横断的に融合させながら指導を行った。

また、生徒達は意欲的に研究開発に取り組み、様々な科学実験、何回もの試作品の製作、奈良公園での調査、海外の研究資料の活用、獣医や鹿の専門家などへの聞き取り調査なども行った。

研究を進める中で、奈良県内の複数の企業が合同で、

偶然にも本校と同じコンセプトを持って、鹿が食べても安全な袋を開発している事実を知った。そこで、その企業と繋がってオンラインや対面で会議を行い、社会の最前線で活躍している企業の方と貴重な意見交換や指導を仰ぐことができ、生徒達は学びをより深めることができた。会議後の生徒達の学びの一部を以下に示す。

<生徒Aの学び>

今回の会議では、企業の方からプロとしての意見やアドバイスをいただけたので、とても良い学びになりました。

私たちの研究は人目線で行っていましたが、企業の方は、鹿紙は「鹿目線」で考えて作っているとおっしゃっていて、そういう視点はとても新鮮でした。

鹿紙は、そこまで耐久性などもないようですが、人々に鹿の問題や環境問題などに気付いてもらうため、わざと不便にしている部分もあるということには驚きました。

また、不純物の少ない牛乳パックのバルブや、鹿せんべいにも使われている米ぬかなどを使用していて、鹿を守りたいという熱い思いがすごく伝わってきました。

私たちの研究に関しては、デザイン性を持たせて目を引くようにしたり、誰に使ってほしいのか、それを使うことで誰が喜ぶのかなどをもっと考えてみたりするなど、企業の方ならではの意見をもらえたことで、自分たちでは気付かなかったようなことに気付くことができました。

また、もっと実用的にするには、手漉き和紙ではなく、機械で生産できるバルブを使うほうがいいのか、というアドバイスもいただき、鹿紙に使われている牛乳パックのバルブなども使ってみたいと思いました。

マーケティングについての話もしていただき、商品が売れるためには、自分を売るような気持ちでないと売れないということなどは、プロの方だからわかっていることなので、今後の参考になると思います。

今回の会議は、オンラインでの会議となりましたが、リアルタイムで企業の方とお話しができてとても良い機会であったし、自分たちとは違う視点からのアドバイスもたくさんいただけて、本当によかったと思います。共同研究もできたらいいなと思います。

<生徒Bの学び>

鹿が消化できる袋に対して、非常に的確なアドバイスをいただきました。まずは、袋のデザインについて。どれだけ性能が良くても、デザインが悪ければ消費者は使おうとしない。だから私たちの袋もデザインに力を入れればいいのかと言ってくれました。確かにそうです…。場合によっては、性能よりもデザインを重視する時もあるので、ロゴのようなものを作ってみたらいいなと思いました。

あと一つは、誰に袋を使ってもらうか、ということです。誰に使ってもらうかで袋のロゴも変わるし、袋の何をアピールするかも変わってきます。ただ作るだけじゃなくて、自分や袋のアピールをもっとする必要があると感じました。

また、他人とのかかわりを大事にする、ということも教えていただきました。鹿紙は、あのお三方以外にも、たくさんの人の知識を出し合って作ったものとおっしゃっていました。私達も、チームひとりひとりの得意分野を十分に生かした研究をしていきたいです。

今回は貴重なプロの方の意見を聞くことが出来て非常に良かったです。また、日本の環境問題への意識をもっと高めていくために、海外に負けないようなメイドインジャパンにするために、日本は頑張っていかなければならないことなど、ものづくりに対する「思い」も学ぶことが出来ました。

生徒達の言葉から、企業の方との会議を通して、それまでの学びを、より一層深めている様子が伺える。単なる知識の習得ではなく、生徒達がこの深い学びに辿り着いているのは、それに至るまでに、ESD、SDGs、STEAMの視点を持って、より高いレベルを目指して研究を推し進めてきたからこそであると言える。

生徒達が高いレベルの研究や探究学習を行う際は、教師側にも自ずと幅広い教養や高度な専門知識を複合的に絡めながら適切に導いていく高い指導力が求められる。幸いその点においては、本校には何年も積み上げてきたESDやSTEAM教育の研究や実践実績があるので、それらを有効に生かして今回の探究学習の指導も可能となっている。

3.4. 交通事故から鹿を守るシステムの開発について

生徒達は、鹿が食べても安全なレジ袋を、試行錯誤の末に開発したが、さらに、もう一つの大きな問題である、鹿の交通事故死の解決に向けた研究にも取り組んだ。奈良の鹿の交通事故による死亡頭数は、年間49頭（2019～2020年の期間）にものぼり、鹿の死亡原因の約4分の1が交通事故によるものである。

そこで生徒達は、道路を横切る鹿を感知し、鹿を安全な場所へ誘導するシステムの開発に取り組んだ。最初は、高機能センサを活用して、4足歩行する鹿の動きを検知するシステムの開発を試みていたが、うまく行かなかった。そこで別の方法を模索し、最終的には、AI機能を活用した画像認識システムを用いて、鹿を検知するシステムを開発することとなった。

この研究の指導においても、単なる科学技術の研究に終わらせるのではなく、ESDとSDGsの理念を基に、より良い未来社会を創造していくことを大切にしている。

また、この研究においては、特に情報処理やプログラミングに関する高度な知識が必要であったが、その分野においては、本校のSTEAM教育の中で培い、特に得意とする分野であったので、その実践ノウハウをうまく生かすことができた。

3.5. 奈良めぐり当日の研究発表について

奈良めぐりの当日、1・2年生の生徒は8つのコースに分かれて、奈良市内の様々な場所においてフィールドワークや学習活動を実施した。「鹿と人の共存」について学ぶコースの生徒達は、奈良教育大学の講堂にて、事前学習を基にした研究発表や問題解決に向けた提案などを行った。

前述した、鹿が食べても安全なレジ袋の開発や交通事故から鹿を守るシステムの開発についての発表以外にも、小さな子どもでも分かりやすく鹿の問題について学べることをねらいとして開発したゲームアプリや啓発動画などの発表もあった。このような科学技術に関係する探究学習にも、本校のSTEAM教育が有効に活かされていた。生徒が研究発表している様子を図1に示す。



図1 大学の講堂にて生徒が研究発表している様子

4. 知的障害特別支援学級と連携した実践

4.1. 知的障害特別支援学級と連携したロボットプログラミング教育の実践

技術の進化が加速度的に進む現代社会の状況を鑑みて、文部科学省は新学習指導要領において、情報に関する教育を大幅に強化する方針を打ち出した。そのうちの1つとして2020年度から小学校においてもプログラミングの授業が実施されることとなった。

また、中学校技術・家庭の新学習指導要領においては、既存のプログラミングに関する学習がより高度な内容に改訂され、その実施も始まっている。

さらに、国が2019年に発表したGIGAスクール構想の実施が一気に進み、全国各地で生徒1人が1台の端末を授業で活用する教育環境が現実化してきている。

このような状況の中、本校の知的障害特別支援学級内の1つのグループを対象として、2020年11月にロボットプログラミングの実践研究を開始した。

教育目標を、中軽度の知的障害や発達障害のある中学生にも、今大きく注目されているプログラミング教育を実施していき、論理的思考力、問題解決能力、情報端末活用能力を効果的に育てていくこととした。プログラミングの教育効果も検証し、併せて他の特別支援学校や公立中学校への応用についても検討していく。

さらに、その指導ノウハウの開発と共に、ロボットを活用しながら、知的障害特別支援学級の生徒に適した「SDGs×STEAM」を軸とした探究型学習モデルの構築についても検討していきたい。

4.2. 指導ノウハウとオンラインを活用した指導方法について

本校教諭の葉山は、奈良市教育委員会と連携し、奈良市はぐみセンターにおいて、小学生を対象としたロボットプログラミング教室を、2015年から毎年実施している。そしてその講座の中で、幼稚園児から小学6年生までの幅広い年齢層にも対応できる指導ノウハウを確立してきた。なお、使用するプログラミングのソフトウェアは、小学1年生でも直感的に理解できる、ブロック型アイコンを用いたものである。

競技的なゲームの要素を入れること、適切な難易度の競技を設定することにより、子どもの学習意欲を大きく引き出すことが可能となる。

今回は、ロボットプログラミング教室で確立してきた指導ノウハウを、知的障害特別支援学級用にアレンジした上で授業に臨んだ。

授業はオンラインで行った。特別支援学級と通常学級の校舎が、物理的に離れているので、将来的には遠隔地の支援学級とのオンライン授業も想定しており、その際に教育効果の高いプログラミングの授業を展開できるかどうか、今回の指導で検証できる。

オンライン授業に先立ち、生徒と同じ教室にいる教員と事前に打ち合わせを綿密に行い、遠隔地からオンラインで指導する教員と、生徒の傍らにいる教員とが共同しながら授業を行った。

現在、多くの小中学校で、プログラミング教育の指導経験やノウハウを持った教員が不足している。今後教育現場において、学習効果の高いプログラミング教育を展開していくためには、その指導者の育成が急務である。

今回の実践研究と同様に遠隔地と現場の教員が共同して授業を行うことにより、多くの学校に指導方法を共有でき、効果的なプログラミング教育が実施できる。

今回の実践においては、最初の1時間目はオンラインで授業する教員の指導がメインであったが、2時間目以降は、生徒の傍らにいる現場の教員がメインとなってプログラミングの授業を展開した。授業の様子の一場面を

図2に示す。

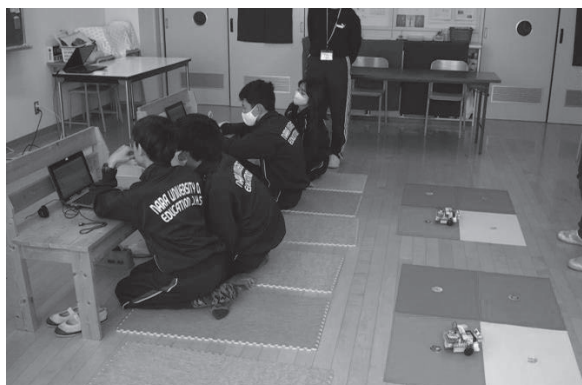


図2 特別支援学級におけるプログラミング教育

4.3. 授業後の考察

プログラムに従って分かりやすく動くロボットの動作は、知的障害のある生徒達にとっても大変視覚的に理解しやすいものであった。それに加えて、プログラミングのソフトウェアも、非常に簡単かつ直感的に操作できるタイプであったため、生徒達は楽しみながら何度も根気強く課題の解決に向け、プログラムの改善に取り組むことができていた。

今回設定した課題は、生徒に理解しやすく適切な難易度であったため、高い学習意欲を引き出すことが可能となり、その意欲の継続も十分にできていた。プログラムの改善を、楽しみながら何度も行うことができる授業だったので、学習中の活動量を十分に確保でき、生徒の満足度も高かった様子が伺えた。

また生徒は、論理的な対話をもとにしてプログラムの修正を繰り返すことで、ロボットを考えた理論通りに動かすことができることを、ロボットの動きを通して体感できた。

プログラムの改善を意欲的かつ効率よく行える生徒も現れ、ロボットプログラミングの授業が、知的障害のある生徒にとっても、問題解決能力や論理的思考力の育成に大変有効な学習であることを明確に確認することができた。

今回の授業の直後に開催されたPTA行事において、知的障害のある子どもに対するプログラミング学習の効能について話をしたところ、保護者は本学習を高く評価した。

プログラミングの授業について、とても嬉しそうに母親に話している生徒Cの様子を次に紹介する。

<生徒Cと母親との会話>

生徒Cは、ロボットを母親に見せながら、「これはね、私が考えたとおりに動くのよ。パソコンでプログラミ

ングして、それをダウンロードして、ロボットに入れたらね、その通りに動くから、すごいでしょ」と語った。

そして、教室の床にロボットを置き、スイッチを入れ、動いていくロボットを追いながら「ほらここで曲がるよ。『ぐるぐるまわる』っていうマークをプログラムに入れて、(その操作時間が)長かったから少なくしたら、ちょうどよく曲がるようになったの。大変だったんだから!」と笑顔で母親に話した。

生徒Cが、自分のことばで、プログラムを再生するかのごとく動きを表現できたことは、日頃から「なんて言うんだろ、これ」と、話しながら表現やことばにつまることの多いこの生徒Cにとっては、とても貴重な体験であり、大きな喜びでもあった。

上記の生徒Cの様子から、ロボットプログラミングの授業が、知的障害のある子どもにとって、とても有意義な学びになっていることが推察できる。

5. まとめ

本実践研究において、本校が研究してきたESD、SDGs、STEAM教育の実践力を生かすと、よりレベルの高い探究学習を可能とする学習モデルを構築できることが確認できた。この学習モデルは、本校行事の臨海実習、修学旅行、卒業研究でも大いに活用でき、今度さらに独創的な実践に高めていくこともできる。また、この学習モデルは、知的障害のある子ども達への教育にも十分応用できる可能性があることも確認できた。

今後は、他の総合学習や、行事と連動した探究学習の場での実践を積み重ね、提唱する学習モデルの教育効果について、より一層の検証を進めていく予定である。

参考文献

- 葉山泰三・谷口義昭(2019)、「計測・制御の効果的な学習指導方法の開発-ライントレースと二足歩行制御の学習が可能となる教材と指導方法の開発-」, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第5号, pp. 309-314.
- 吉田寛・市橋由彬ほか(2020)、「「ひとに出会う」を通して学ぶESDの価値実現の教育実践の構想Ⅱ-ESDの価値観の根っこに迫る「総合的な学習の時間」の具体化に向けて-」, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第6号, pp.257-264.
- 佐竹靖(2017)、「海を探究し、私と海のつながりを知ろう!」, 2017年度 海洋教育パイオニアスクールプログラム成果報告会資料, pp. 242-243.

