

# ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察（第5報）

— ロボットコンテスト世界大会での入賞を通して —

葉山泰三

(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))

Consideration about Training of the Creativity by Robot Education V :  
Results Obtained from Winning Prizes at The International Robot Convention

Taizo HAYAMA

(Junior High School attached to Nara University of Education)

Yoshiaki TANIGUCHI

(Department of Technology Education , Nara University of Education)

**要旨：**新型コロナウイルスに関わる諸問題をはじめ、世の中には解決困難な問題が溢れている。そのような現代社会において、未来を担う子どもたちが生きていくために身に付けなければならない大切な力は、自ら進んで課題を発見し、探究し、解決する能力や、新たなものを生み出す創造力である。奈良教育大学附属中学校科学部は、この能力をロボット教育を柱とする学習を通して獲得することを主な目的として活動している。本報告は、2021年度に取り組んできた活動の中から国際ロボットコンテストに焦点を当てて、その活動過程と成果を示す。本年度の国際ロボットコンテスト World Robot Olympiad (以下WROと略す)の全国大会は、新型コロナウイルス感染対策のため、オンライン開催になったが、本附属中学校科学部はオープンカテゴリーで最優秀賞を獲得し、オンライン開催の世界大会に、日本代表として出場した。コンテストに向けて生徒たちは、ディープラーニング(深層学習)の理論を活用して鹿の糞だけを識別する画像処理システムを開発し、識別した鹿の糞を回収し、バイオマス発電に利用するロボットを製作した。世界大会においては、開発したロボットについて英語でプレゼンテーションを行い、第6位に入賞した。さらに、創造的なアイデアやシステムを有しているロボットを開発したチームに与えられる Creativity Award という特別賞も参加した全チームの中で唯一受賞した。この成果より、本校のロボット教育を通して、世界にも通用する創造力、問題解決能力、探究力などを効果的に育成できていることが確認できた。

**キーワード：**ロボット教育 robotics  
創造力 creativity

## 1. はじめに

近年、最新テクノロジーの発展には凄まじい勢いがあり、特にAI(人工知能)やロボット、また情報分野に関する技術革新は、これからの世界を変えるものとして大きく注目されている。そして世界各国は、次世代の技術開発に向けて、熾烈な競争を繰り広げている。

このような世界情勢の中、教育界においては、今まで以上に高い技術力をベースとして、より斬新なアイデアの研究開発を推進できる人材の育成が急務となり、豊かな創造力の育成がより一層強く求められるようになってきた。そして、多くの国では、最新科学技術教育のSTEAM教育の普及も大きく進み、日本でもSTEAM

教育の一つとしてロボット教育を導入する教育機関が増え始めている。

そのような教育情勢の中、筆者らは、奈良教育大学附属中学校の科学部において最新のロボット教育の実践研究を行っている<sup>1)2)3)4)</sup>。2014年には、ロシア・ソチで行われた国際ロボットコンテストにおいて世界一の座に輝いた。この成果は日本勢初の快挙として、教育業界やマスコミ各社からも大きく注目された。さらに、2015年、2018年、2019年にも日本代表として世界大会へ出場しており、2019年にはMechanical Design部門(ロボットの性能をプレゼンする部門)で世界1位を獲得している。2020年には、コロナ禍で世界大会が中止にはなったが、全国大会で優秀な成績を納め世界大会への出場権は得ていた。また、2020年には、もう一

つの国際ロボットコンテストの日本大会においても、2部門で日本一に輝いている。

そして、2021年は全国大会で最優秀賞を獲得して日本一に輝き、世界大会（コロナ禍のためオンライン開催）へ出場することとなった。世界大会では第6位を獲得し、さらに、Creativity Award（創造賞）も同時に獲得した。この賞は、最も創造的なアイデアやシステムを有していると認められた1チームのみに与えられている特別賞であり、日本勢で獲得したのは史上初であった。

本報告では、2021年における世界大会入賞の成果を中心に、創造力の育成を始めとしたロボット教育の持つ教育効果とその課題について報告するものである。

## 2. ロボットコンテストWROの競技部門について

### 2.1. 国際大会に出場した競技部門について

本校が挑戦しているロボットコンテストWRO（World Robot Olympiad）は、国際的なロボットコンテストである。75以上の国や地域から、7万5千人以上の子どもが参加する大規模なものであり、開催国は毎年異なっている。世界中の子どもが同じ条件で参加できるように、使用するロボットキットはLEGO社製を使用することと規定されている。使用されるプログラム言語は、子どもにも扱いやすいアイコン型のものが中心であり、この学習教材の普及に伴って、国内でも次第にコンテストに参加するチームが増えている。また、ロボットやプログラミング教育への世界的な関心の高まりから、世界では日本以上に参加が多いと聞いている。国内では、地域ごとに予選を行い、予選を勝ち抜いたチームが全国大会に集い、世界大会に向けて競技を行う。

本校は本大会のオープンカテゴリーという競技部門において、最優秀賞を受賞し、日本代表に選出された。この部門について次に説明する。

### 2.2. オープンカテゴリーについて

コンテストの主は2つの競技部門からなり、1つは決められたミッションの達成と時間を競うレギュラーカテゴリーと、もう1つは事前に与えられたテーマに沿ってロボットを設計、製作し、その性能をプレゼンテーションするオープンカテゴリーである。本校は後者のオープンカテゴリーに出場した。

2021年のオープンカテゴリーの競技テーマは「未来のエネルギー問題を解決するロボットを開発せよ」であった。

競技用ロボットにはサイズやパーツに制限がなく、自由な発想でロボットを製作することが可能であり、創造力やコミュニケーション能力の育成に重点が置かれる。

大会に先立ち、審査の補助資料として競技テーマやロボットの機構の概略を記したプレゼンテーション用資料およびビデオを提出しなければならない。世界大会では

使用する言語は英語であり、審査員からの質問に対応するためのコミュニケーション能力も問われる。

## 3. 研究開発したロボットについて

### 3.1. 開発したロボットのコンセプト

競技の課題「未来のエネルギー問題を解決するロボットを開発せよ」を解決するために、生徒たちは、奈良の地域特性でもある鹿の生態に着目し、鹿から排出される糞をロボットで回収してバイオマス発電に利用するアイデアを発想した。糞を識別し、効率よく回収するロボット技術の研究開発を進めた。開発したロボットの外観を図1に示す。糞の検出装置、回収装置、ロボット制御用コンピュータユニット、サーボモータおよび走行車輪からなっている。

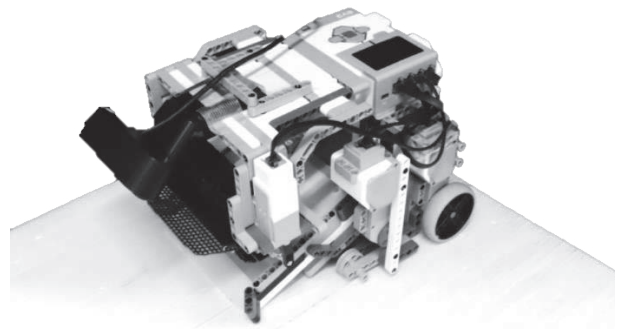


図1 鹿の糞を回収するロボットの外観

本来、人間には邪魔なものとして認識されている鹿の糞を、地域のエネルギー資源として有効に再生させるこのアイデアは、世界大会で審査員に高く評価されることになった。

本アイデアはエネルギー問題解決へ向けては夢があった斬新であるが、一方で、自然生態系の視点に立って考察すると、奈良公園の鹿の糞とフンコロガシとの生態系バランスの問題が見えてきた。このように物事には相反する事象が多くあることから様々な角度から考察し、それに適するロボット製作をするように指導した。

その結果、生徒たちは現実的な視点で今回のアイデアを考察し、本当に回収に適する糞はアスファルトの道路やコンクリートなどの上落ちていて、清掃が必要とされる糞に限定した。芝生の糞はフンコロガシに処理を任せることとした。

### 3.2. 開発ロボットの画像認識システムについて

開発したロボットの最も重要なシステムは、webカメラを用いた画像認識システムである。ロボットは、地面に落ちている様々な物体の中から、鹿の糞だけを検出して回収する必要があった。そのために、カメラの画像を分析して、鹿の糞だけを検出するシステムを開発した。

開発にあたっては、ディープラーニング（深層学習）

の理論を活用した。画像認識システムを完成させるため、プログラミングしたコンピュータに、大量の鹿の糞の画像を学習させた。さらに、鹿の糞と認識を間違える可能性がある画像も大量に学習させた。学習させた画像の枚数は、1万1千枚を超えた。

また、画像を学習させる際は、鹿の糞だけでも様々な種類の写真が必要であり、さらに糞の画像とそれ以外の画像を識別させるために膨大な実験を行い、画像認識システムを正しく動作させた。実際に画像を学習させる実験は100回以上、コンピュータが画像を学習する処理に毎回7時間以上を要した。さらに、画像認識システムの性能を上げる実験には延べ3か月以上もの時間を要したが、生徒たちは粘り強く実験を繰り返した。学習させた鹿の糞のモデルと、鹿の糞と間違えると思われる画像の例を、図2に示す。

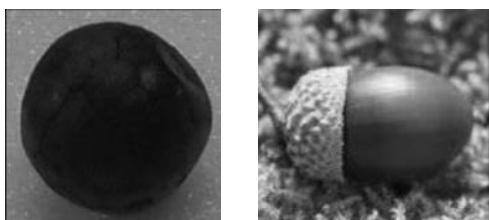


図2 学習させた画像の例

今回開発した画像認識システムは、世界大会へ出場した生徒たちの1学年上の先輩達が、2019年から2020年にかけて取り組んだ研究がベースとなっている。具体的には、先輩達が2020年の別の国際ロボットコンテストの全国大会で、開発したプログラム、ロボットと共に、開発した画像認識システムの研究成果であった。この成果が高く評価され世界大会への出場権を獲得し、アメリカで開催される世界大会での研究発表に向けて準備を進めていたものである。実際には世界大会は中止になったので、その研究成果は未発表のままであった。

先輩達の研究内容は、奈良で多発して大きな問題となっている鹿の交通事故を減らすことを目的とし、そのための画像認識システムを開発していた。その研究は、道路に飛び出してきた鹿をカメラで認識し、その鹿を交通事故から守る装置を作動させるものであり、世界大会に出場できると評価された。

今回の研究は、2年生の生徒が3年生の先輩達からの指導やサポートを受け、協力しながら粘り強く行ってきた研究であり、教育的にも大変意義深いものである。参考のために、先輩達が2020年の全国大会で、研究について発表している様子を図3に示す。



図3 鹿を検知する画像認識システムの研究発表

### 3.3. 開発ロボットの制御システムについて

開発したロボットは、webカメラを取り付けたパソコンで画像認識の処理を行い、その処理結果を基に、ロボットのモータを制御し、鹿の糞を回収する仕組みになっている。ただし、その制御システムの開発には大きな難題が生じた。

画像認識システムの開発のためのプログラム言語は、C++を用いたのだが、ロボットを制御する特別なコンピュータユニットを、そのままC++の言語で、意図する制御を行うのが、技術的には非常に難しく、前例もないという問題に直面した。

生徒たちは次の過程によってその問題を解決した。まず、画像認識システムで鹿の糞を認識する。C++言語でプログラミングした画像認識システムから、PythonでプログラミングしたロボットにBluetooth機能を活用して信号を送る。Pythonでロボットを制御し、糞回収機構のモータを意図する動きで制御する。この一連のシステムを構築することによって問題が解決された。画像認識システムが糞以外のものは無視し、確実に糞を識別して糞だけを回収する技術の開発にも成功した。そのシステムの構成のイメージを図4に示す。

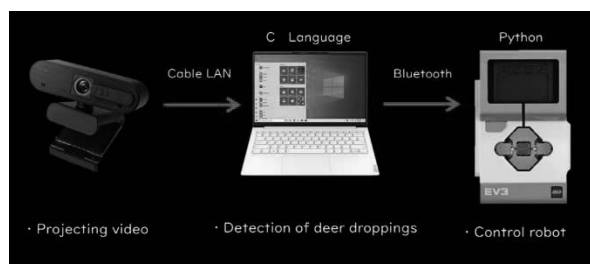


図4 開発したシステム全体のイメージ

この非常に高度な内容のシステムの研究開発を、中学生が独力で解決法を見出し成し遂げたことについては、このロボットシステムの技術面について詳しい専門家からも、非常に高い評価を得ている。

#### 4. プレゼンテーションについて

##### 4.1. 全国大会でのプレゼンテーション

全国大会は当初、8月に東京にて対面で開催する予定であったが、コロナ感染拡大の影響を受けて、10月にオンラインで開催する形式に変更された。

大会に向けて事前に内容の説明および予想される質疑への対応を繰り返し練習し、プレゼンテーション能力を育成していた。

競技における内容説明の時間は5分間、その後審査員からの質疑応答が5分間、合わせて10分のプレゼンテーションであった。質疑応答において、生徒たちは様々な分野の専門家である審査員から質問を受け、それらに丁寧に回答していた。

##### 4.2. 世界大会でのプレゼンテーション

世界大会もコロナ感染拡大の影響を受けて、11月にオンラインでの開催となった。世界大会での内容説明および質疑応答は、すべて英語で行う必要があり、生徒たちは英語でプレゼンテーション原稿の作成、英語の発声練習、質疑応答の英語聞き取りに備えた準備を、忙しい学校生活の合間をぬって、精力的に行っていた。世界大会当日は、中学校の図書室と世界大会の本部とをZoomで接続し、競技に出場した。プレゼンテーションの様子を図5に示す。生徒たちは鹿をイメージするため、鹿の服を装着して熱演していた。



図5 世界大会におけるプレゼンテーションの様子

#### 5. 国際ロボットコンテストの結果

##### 5.1. 国内大会における結果

国内のコンテストにおいては、まず第一段階として動画と書類審査が行われ、その結果全国大会の出場チームに選出された。

そしてオンラインによる全国大会が行われ、その結果最優秀賞を受賞し、日本代表として世界大会へ出場することとなった。

##### 5.2. 世界大会における結果

オンライン世界大会においては、第6位を獲得して入賞を果たした。

さらに特別賞として Creativity Award（創造賞）を同時に獲得できた。この賞は、最も創造的なアイデアやシステムを有していると認められたチームに与えられるもので、関係者から非常に価値が高いと言われた。この賞を獲得したのは日本勢で本校が史上初であった。

#### 6. 生徒の学びについて

##### 6.1. 生徒の振り返り

本校の科学部では、日々の活動を文字で残すように指導している。今回国際ロボットコンテストに挑戦した生徒たちは、大会終了後に以下のような振り返りを行っていた。体験を通して多くのことを学んだことが綴られていた。

###### <生徒Aの学び>

私は、今回の活動を通して、「助け合いの大切さ」を学びました。

今回の活動は、「先輩たちの力」があってこそできたものになっています。また、それに付け加え「チームメンバーの助け合い、他のチームメンバーとの支えあい、活動の環境をつくってくださった人たち、大会を開催してくれた人たち、アドバイスやコツを教えてくれたOBの方々などなど、数えるときりがないぐらい、たくさんの人たちに支えられて今があると思います。決して、1人でここまで来ることはできなかったと思います。なので、これからは、お世話になった人たちに感謝を日常の態度で返すことができるようにしていきたいと思っています。

また、「自信がついた」ということも感じています。たくさんの人たちのアドバイスや支えがあってこそ、今があると思いますが、今までの努力もあったからこそ、ここまで来ることができたと思います。私たちは、国際大会までに、休憩時間や授業前の時間などの隙間時間なども有効に活用してきました。それらのおかげで、時間の使い方もうまくなり、部活時間での行動がスムーズに行えたのだと思います。このことから、「努力をした分、結果が返ってくる」ということが分かりました。なので、今回の努力して成長できた経験を、「定期テストや学校行事」などにも大いに活かしていきたいと思いました。

＜生徒Bの学び＞

最初、研究というのが全くわかっていませんでしたが、先輩方の優しく丁寧な指導をたくさん受けながら、難しい画像認識システムや難しいプログラミング言語のpythonやC++も勉強する中で、研究の奥深さや面白さを学ぶことができました。

また、英語でのプレゼンを通して、先輩が上手に英語を話す姿にとっても憧れ、これから英語の勉強をもっと頑張ろう、と思いました。

このチームで特に良かったのは、チームメンバーと1回も喧嘩がなく、とても絆を深めることができました。一生の仲間になればいいと思っています。

そして、忘れてはいけないのが、この研究は3年の先輩、先生、家族、大学の先輩など様々な人がいたから発表できました。この素晴らしい経験を日頃の生活にも生かしていきたいです。

＜生徒Cの学び＞

僕は今までの自分にまったく自信がなかったけれども、この大会を通して、少し自信が持てるようになりました。活動の中で、努力が報われて、初めて物事がうまくいく体験もできましたが、そのことがとても楽しかったです。

今まで失敗が嫌で何も行動できなかつたけれど、今回の大会での成功を通して、自分はやればできるんだ、と思えるようになってきました。

プレゼンの時や人前で話すとき、すぐに自信がなくなる時がありますが、そんな時、その不安を自分の中でコントロールすることもできるようになってきました。追い詰められたときこそ集中し、困難を乗り越える経験を体験できましたが、その感覚がとても楽しかったです。

今回の挑戦を通して、新しい自分になりたい、と強く思って頑張ってきましたが、これからもこの気持ちを大切にしていきたいです。

また僕は、今回の活動を通して、仲間との「助け合いの大切さ」をとっても実感できました。僕を支えてくれた仲間には、本当に感謝しています。

## 6.2. 生徒の学び、成長、変容

国際ロボットコンテストへの挑戦には、相当な量の学習や努力が必要となってくる。さらに世界大会への挑戦となると、精神的、肉体的な負担が大きく、努力量は国内大会に比べて何倍も増大してくる。

それ故に、生徒たちは、たくさんの困難や労苦を、仲間と共に乗り越え、活動の過程で仲間と協力することの大切さを強く実感できたようである。ロボットコンテストへの挑戦を通して、生徒たちから次のような成長が確認できた。

1) 研究を高いレベルまで向上させていくプロセスを通して、創意工夫しながら探究することの楽しさを実感できている様子が伺えた。

2) 自分たちが多くの人に支えられているという今まで気づかなかったことを実感として受け入れ、周りの人々に素直に感謝する心も育まれていた。

3) 自分自身を内面から変えようとする気持ちが芽生え、そのことを実践し、自信を持てるようになった。その結果、普段の学校生活にも良い影響が生まれてきている。

## 7. まとめ

今回の実践から、国際ロボットコンテストへの挑戦を通じた学習活動は、高いレベルの科学技術の学習を行い、加えて生徒たちの内面にも大きな変容をもたらし、人としての成長にも大きな教育効果をもたらすと思われる。

また、世界大会において、最も創造的なロボットを開発したと評価される特別賞 Creativity Award を受賞した成果から、本校におけるロボット教育が単なる技術指導に終始せず、生徒たちの創造力を効果的に鍛えていることも明らかにできた。

さらに今回の実践は、2年生は3年生の先輩達が地道に積み上げてきた研究を一生懸命に学び、それをさらに発展させる教育活動であった。単なる技術の伝達に止まらず、生徒たち同士が互いの学びを大きく深めるきっかけともなっていた。

3年生から2年生への技術の伝え合いに加えて、探究した研究内容も、地元ならではの資産をうまく活用しながら問題解決するアイデアが基となっており、この点においても本校が取り組んでいるESD活動の教育理念を踏襲したものとなっている。

ロボット教育においては、問題解決に向けた答えを、生徒たち自身で発見させることを大事にしており、教師は日頃から生徒たちに答えは教えず、ヒントやアドバイスのみを示すことを強く意識して指導している。その地道な教育活動の中では、時には時間がかかり過ぎたり、結果が出なかつたりすることも多々ある。

しかし遠回りであっても、目先のロボットコンテストで勝つこと以上に、より深い学びを大切にしていくことこそが、子どもたちの真の創造力を育むことに繋がるのではないかと考えている。その信念を基として、今度も本校のロボット教育活動を推進していく所存である。

## 参考文献

- 1) 葉山泰三・谷口義昭(2013), 「ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察 -ロボットコンテスト国際大会の出場を通して-」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, 第22号, pp.273-278.

- 2) 葉山泰三・谷口義昭・西野紘道・佐竹靖 (2014), 「ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察 (第2報) - ロボットコンテスト全国大会および国際大会への取組について -」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要, 第23号, pp.207-212.
- 3) 葉山泰三・谷口義昭・藪哲郎・佐竹靖・山崎隆史 (2015), 「ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察 (第3報) - WRO2014 国際大会での優勝 -」, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第1号, pp.335-340.
- 4) 葉山泰三・谷口義昭・藪哲郎・古川大和・佐竹靖・市橋 由彬 (2016), 「ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察 (第4報) - ロボットコンテスト国際大会の出場を通して -」, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第2号, pp. 253-258.