

# ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察（第6報）

ー コロナ禍におけるロボットコンテスト世界大会入賞を通して ー

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（技術教育））

Consideration about Training of the Creativity by Robot Education VI:

Winning a Prize at The Global Robot Contest Amidst The Disaster Caused by The COVID-19

Taizo HAYAMA

(Junior High School attached to Nara University of Education)

Yoshiaki TANIGUCHI

(Department of Technology Education, Nara University of Education)

**要旨：**近年新型コロナウイルスに関わる諸問題やウクライナ、ロシアにおける戦争問題など、世界には解決困難な問題が次から次へと生まれている。このような現代社会において、持続可能な未来社会の創造を担う子ども達には、未知の問題と向き合い解決する能力や、新たなものを生み出す創造力の習得が、今まで以上に求められるようになってきた。奈良教育大学附属中学校科学部においては、課題解決能力、豊かな創造性の獲得を目指して、ロボット教育を軸としたESDやSDGsの理念を踏まえたSTEAM教育を推進している。本報告は、2022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 FIRST LEGO LEAGUE への挑戦に焦点を当てて、その活動の過程と成果を示す。本年度の国際ロボットコンテスト FLL において、予選大会を突破して全国大会に2チームが進出し、総合部門で日本3位、部門別では合計2部門で日本1位のタイトルを2つ獲得した。その結果、2チームのうち1チームが日本代表に選抜されて、アメリカで開催された世界大会へ出場し、ロボット競技部門で世界7位を獲得した。この成果より、本校のロボット教育を通して、世界に通用する創造力、問題解決能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

国際ロボットコンテスト Global Robot Contest

## 1. はじめに

近年、世界における科学技術の発展は加速度的に進んでおり、人工知能やロボットにおける技術革新は、特に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、より熾烈な国際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、今まで以上に高レベルの技術力や創造力を有する人材の育成が強く求められるようになってきた。そして、多くの国では、最新科学技術教育である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（以下、本校と呼ぶ）の科学部において、ESDやSDGsの理念も踏まえた最新のロボット教育や

STEAM教育の実践研究を行っている<sup>1)2)3)4)5)</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であった。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、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、World Robot Olympiad（以下WROと略す）というもう一つの国際ロボットコンテストの日本大会に出場し、2つの部門で日本一に輝いている。そして、2021年はWROの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初めてであった。

そして2022年において、本校から2チームがFIRST LEGO LEAGUE FLL（以下FLLと略す）の予選大会を突破して全国出場へ出場し、総合部門で日本3位、部門別では2チーム合わせて計2部門で日本1位のタイトルを2つ獲得した。その結果、1チームが日本代表に選抜されて、アメリカで開催された世界大会へ出場し、ロボット競技部門で世界7位を獲得した。

本報告では、2022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が持つ教育効果とその課題について報告する。

## 2. 国際ロボットコンテスト FLL

### 2.1. 国際ロボットコンテスト FLL とは

国際ロボットコンテスト FLL とは、アメリカの NPO 団体 FIRST とデンマークのレゴ社が 1998 年に開始した国際ロボット競技会である。科学技術の能力をはじめ創造力や探究力など、多岐に渡る様々な能力を鍛える次世代の人材育成を目的として教育プログラムが展開されている。このプログラムに基づいて、現在世界で 110 か国、約 40 万人の子ども達が参加する世界最大規模の国際ロボットコンテストが開催されている。

### 2.2. FLL の競技内容

FLL の大会は、「ロボット競技」に加えて「3 種類のプレゼンテーション」の計 4 部門の合計得点で競い合うルールとなっている。以下に 4 つの部門について概要を示す。

#### (1) ロボット競技

レゴ社製のキットを活用して、競技用のロボットを設計、開発し、自律走行用にプログラミングも行う。競技フィールド上に設置された約 15 のミッションの攻略を 2 分 30 秒の制限時間内で 3 回行い、その中で最高得点がチームの得点となる。高得点を取るには、時間内に効率良くミッションをクリアする必要があり、戦略、戦術も重要な要素になってくる。開発するロボットとプログラムは、繰り返し何度も実験、検証を重ねる必要がある。

#### (2) イノベーションプロジェクト

FLL では毎年世界が直面する社会問題がシーズンテーマとして掲げられ、チームはそのテーマを研究していく。調査、研究を進める中でテーマに関連した問題をチームで 1 つ特定し、それを解決するための解決策を考案し、プレゼンテーションを創り上げ、大会当日に審査員の前で発表する。どのような視点、方法で問題を解決するのか、その着眼点や実現性が問われる。本番では、詳しい

発表資料を十分に整え、効果的な手法でプレゼンテーションすることが求められる。

#### (3) ロボットデザイン

ロボットデザインの部門においては、各チームが競技用に開発したロボットと、そのプログラミングをプレゼンテーションする。ロボットのメカニズム、耐久性やプログラミングの効率や安定性が問われる。またミッションを攻略するためのロボット競技全体の戦術、戦略も説明する必要がある。

#### (4) コアバリュー

コアバリューの部門は、FLL においては最も大切にされており、この部門においては、チーム活動内容の全体が評価される。チームは確かな理念や目標を持って活動し、共に高め合い、成長していくことが求められる。そして、競技で勝つことよりも、活動や学びの質を大きく問われることこそが、FLL の大きな特徴であり、教育的な魅力でもある。

FLL は、高いレベルで、ロボット開発能力、プログラミング能力、探究能力、プレゼン能力、社会と繋がる能力など、多岐にわたる能力育成を効果的に行うことが可能であり、21 世紀型スキルを身につけるのに適した教育プログラムとして世界中の教育機関で導入されている実績を持つ。

## 3. 全国大会について

### 3.1. ロボット競技

本校の 1 つのチームは、高い性能を有するロボットの開発に成功し、全国大会のロボット競技において、全国最高得点となる 680 点を獲得した。本校の生徒が、FLL のロボット競技において全国最高得点を獲得したのは、2014 年以來の快挙であった。開発した生徒達は、昨年度の地方予選大会で敗退した悔しさをばねにして、1 年間粘り強く研究を重ね、ロボット機構の開発技術とロボット制御のプログラミング技術のレベルアップに努めた。そして、2022 年にその成果が見事に発揮され、好成績を得る結果となった。

### 3.2. イノベーションプロジェクト

FLL の今シーズンのテーマは、輸送問題であった。本校の生徒達は、宅配業者の再配達時に生じる無駄なコスト、エネルギーロス、環境問題などに着目し、その問題を解決するオリジナルシステムの開発に取り組んだ。

本校の A チームは、科学部においてこの 3 年間開発に取り組んできた画像認識システムを応用し、在宅している家族の行動パターンを認識し、宅配業者に荷物を配達する最適な時間を通知し、不在時に配達しないシステムを開発し、提案した。もう一つの B チームは、不在時に

は同様に配達しないシステムとそのためのアプリを併せて開発した。

結果、画像認識システムを応用したシステムを開発したAチームの発表が、イノベーションプロジェクト部門で全国5位となる成果をあげた。

### 3.3. ロボットデザイン

ロボットデザイン部門では、開発したロボットの性能をプレゼンテーションするため、良い発表を行うためには、まず高性能なロボット機構やプログラムを開発しておくことが必須条件になっている。本校から全国大会に出場した2チームは、共に高性能なロボット開発に成功しており、その内の1チームは、予選となる西日本大会においてもロボットデザイン部門で1位を獲得していた。そして全国大会においても、ロボットデザイン部門のプレゼンテーションで1つのチームは全国1位を獲得し、もう1つのチームも全国7位の好成績をあげた。なお、高性能なロボットを開発できた要因として、高校数学で習うレベルの数式などを、生徒が自主的に学習し、その内容を応用した高度な制御プログラムの開発に成功していたこともあげられる。

### 3.4. コアバリュー

全国大会へ出場した2チームに所属する生徒達は、実は昨年の予選や全国大会において惨敗し、非常に悔しい経験をしている。そのため生徒達は、昨年の大会で負けた後、今年の大会において世界大会へ出場することを目標として、実力を身に付けるためのトレーニングを1年間徹底して積んできた。例えば、FLL以外の国際ロボットコンテストWROにも挑戦し、ロボット開発に必要な高い技術力の習得にも積極的に取り組んだ。

また、世界的なプレゼンテーションイベントであるTED（Technology Entertainment Design）のフランチャイズであるTEDxを本校の卒業生が奈良に起ち上げたので、その運営を卒業生である高校生や大学生達と共にに行った。そして、そのTEDx運営の活動を通して、他校の生徒、企業、教育委員会など、様々な分野の人と接する中で、社会と繋がる実践的で有意義な学習活動を行うことができた。ロボット競技だけでなく、このような活動の中で人として成長でき、これらの体験が実はFLLで求められている学びとも一致している。そのため生徒達は、このTEDxにおける活動の学びを生かしてFLLの活動内容をより充実させたと言える。

2020年以降においては、大変厳しいコロナ禍の状況下であったため、特に学校における活動の時間は大きく制限された。そのため生徒達は、GIGAスクール構想によって学校から貸与されているChromebookを有効に活用し、Google Classroomの機能を利用して、オンラインでの活動を多く取り入れた。これはFLLの活動の質を上げる工夫を積極的に行うことにつながった。

このような多くの活動の結果、全国大会におけるコアバリュー部門において、1つのチームが全国1位を獲得し、もう1チームは全国8位という好成績を収めることができた。

### 3.5. 全国大会の総合成績

2021～2022年のシーズンにおけるFLLは、コロナ禍のため、残念ながら予選、全国大会共にオンライン開催となった。その様子を図1に示す。実は2020～2021年のシーズンも、コロナ禍のため、FLLはオンライン開催となっている。FLLは大会会場で多く人と直接交流し、学び合い、高め合うことに大きな魅力があるため、オンライン開催は非常に残念ではあった。このような悪い環境でも、様々な創意工夫を積み重ねながら教育活動を行ったことで、生徒達にとっては非常に学ぶことが多く、有意義な時間となったと言える。

全国大会における結果は以下の通りであった。4つの評価部門の合計得点で競い合う総合成績においては、1つのチームが総合成績全国3位に入賞し、世界大会への出場権を獲得することができた。またもう1つのチームも、世界大会への出場権は得られなかったが、総合成績全国10位となる好成績を収めることができた。

加えて、本校から全国大会に出場した2チームは、それぞれが全国1位の部門賞を受賞し、さらに総合成績やその他の部門賞も含めると、計4冠の全国タイトルに輝いた。



図1 全国大会の様子（オンライン開催）

## 4. 世界大会について

### 4.1. コロナ禍における世界大会出場への準備

前述したように、国内での大会はコロナ禍のためにオンライン開催となった。しかし、アメリカで2022年5月に開催された世界大会は、通常通りの対面形式での開催であった。日本では依然としてコロナの安全対策にかなり丁寧であり、対面での活動に制限がかかることが多いが、現在多くの国では、新型コロナと共生する方向へと大きく舵を切っていることを、世界大会への出場を通して改めて実感することとなった。



ただし、2022年5月段階で海外へ渡航する際には、日本、アメリカ共に入出国時のPCR検査が義務付けられており、新型コロナへの感染対策や、万が一感染した際の対応策などについては、事前に十分に検討していた。その上で、学校や保護者への理解や協力を得るなどの準備を念入りに行い、世界大会へ出場する体制を整えた。

本校はこの約10年間で計8度も日本代表として世界大会へ出場してきたが、実は今回の世界大会への事前準備が、コロナ禍であったため最も大変であった。保護者や学校の深い理解と手厚い協力がなければ、まず世界大会へ出場することは実現しなかったと思われる。実際、世界大会へ出場権利を獲得しながらも、コロナ感染へのリスクを懸念し、世界大会へ出場を断念するチームもあった。

#### 4.2. 世界最高得点を獲得できるロボットの開発

本校の生徒達は、全国大会において、国内最高得点を獲得していたが、世界大会で優勝争いをするためには、ロボットのさらなる性能アップが必要と考えた。そこで、開発してきたロボットの改良を繰り返し、公式ルールで開催者が予測設定していた上限得点である680点を30点も上回る710点を獲得できる高性能なロボットの開発に成功した。さらに、開発したロボットの走行テストを何度も行い、性能安定のための機構とプログラムの改良にも精力的に取り組んだ。また、開発したロボットの新機構に、ルール上問題がないか、アメリカの大会本部へ動画やメールを送って事前の確認を丁寧に行った。その結果、大会本部からは、710点獲得できるロボットの新機構は、ルール上問題ないとの回答を得たため、生徒達は世界最高得点獲得という夢の実現に向けて、自信を持って世界大会へと準備を進めた。

#### 4.3. 英語でのプレゼンに向けた取り組み

世界大会でのプレゼンは、英語で行う必要がある。そのため生徒達は、英語の原稿作成に精力的に取り組んだ。ただし、英語のプレゼン原稿を作成するにあたっては、まず日本語の段階において、海外の人に理解してもらえる論理的な文章を作成することが最も重要になってくる。そのため生徒達は、原稿作成の初期段階において、英語のプレゼンに適した日本語の構成となる原稿を作成することに大きく力を注いだ。英語でのプレゼンにおいては、特に最初に結論を分かりやすく述べるのが大切になってくる。さらに結論の後に述べる理由も、論理的かつ簡潔で分かりやすい内容で構成することが重要である。しかし、生徒達はどうしても日頃使う日本語の癖で、結論を後に回す表現をしたり、回りくどい表現を多用したりしてしまう傾向があった。そのため、英語でプレゼンする際のノウハウを丁寧に指導しながら、原稿作成に取り組ませた。

一方、中学生での英語力では、本格的な英語のプレゼ

ンを自力のみで完成させることは、現実的にはかなり無理がある。そのため、英語のプレゼンを仕上げる段階においては、大学生からサポートを受ける体制をつくった。なお、サポートの大学生は本校科学部の卒業生であり、中学時代にFLL世界大会へ選手として出場した経験を持っていた。そのため、大学生は単に英語のサポートを行うだけでなく、ロボット開発やイノベーションプロジェクトの研究、活動全般などのアドバイスも効果的に行ってくれており、生徒達の技術面だけでなく、人としての成長をも大きく促してくれる重要な役割を担ってくれた。

本校科学部の卒業生の中には、現役の中学生の学びを、より深める指導ができる優秀な人材が沢山いる。自分達が中学生の時に学んだことを生かして、高校、大学でもさらに大きく成長しているため、多くの場面で指導をしてくれたことは、現役の中学生にとっては最高の学びとなった。このように、中学生、高校生、大学生と世代を超えた縦の繋がりを通した学びの伝承こそが、本校が大事にしてきたESDの確かな成果でもあった。

#### 4.4. 英語でのプレゼン

世界大会におけるプレゼンは全て英語で行い、質疑応答にも英語で対応する必要がある。生徒達は、英語でプレゼンする準備に時間をかけてきたが、本番ではかなり緊張している様子が伺えた。日本大会におけるプレゼンは、全てオンラインだったため、対面で行うプレゼンは世界大会が初めての体験であった。さらに慣れない英語でのプレゼンであったため、緊張する場面も多く見られた。しかし、生徒たちはこれらの状況に臆することなく、外国の審査員を相手に英語でプレゼンしたところ、審査員から多くの質問が投げかけられ、質問内容に返答をしていた。中学生にとってこれらの経験は最高の学びとなったと思われる。英語でプレゼンしている様子を図2に示す。

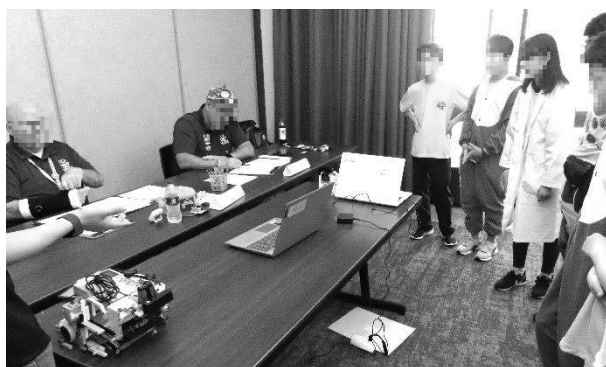


図2 英語でプレゼンしている様子

#### 4.5. ロボット競技

ロボット競技においては、やはり世界大会であるため、日本での全国大会よりもレベルが非常に高いと感じた。

また、日本と気温や湿度などの環境条件が異なったため、床面と車輪との摩擦が国内での練習時と異なり、加えて24時間以上もの長い時間をかけてロボットを輸送したことから、ロボットに予期せぬ不具合が生じた可能性もあった。そのため、生徒達は大会会場において、ロボットの不具合の修正に大変苦勞していた。しかしロボット競技においては、これらの問題を解決する取り組みこそ新たな学びとなる。ロボット競技の様子を図3に示す。



図3 ロボット競技の様子

#### 4. 6. 世界大会における国際交流

FLL 世界大会においては、様々な国の人と、お互いのロボットや研究について意見交換するなど、教育的に大変意義深い国際交流が活発に行われる。その国際交流の中で、生徒達は大変貴重な経験と深い学びを得ることができた。具体的には、自分たちのロボットや研究の解説に加え、本校の生徒達は、光り輝くサイリウムを用いて、日本のヲタ芸と言われるダンスパフォーマンスを披露したところ、世界中のチームから大喝采を受け、生徒達は満面の笑みで、世界各国のチームと親睦を深めていた。

#### 4. 7. 世界大会の結果

本校はロボット競技において世界7位に入賞することができた。ただ、本来の力を発揮できていれば、世界最高得点で世界1位を獲得することも夢ではなかったが、前述の環境条件の違いと、さらに輸送段階でわずかにロボット機構にゆがみが生じて、ロボットの最高性能を引き出すことが出来ず、悔し涙を流す結果となった。また、プレゼン部門においては、他チームが行った高いレベルの発表には及ばず、入賞を逃す結果となった。本大会で生徒達は勝負の厳しさを痛感し、今後の人生に役立つ貴重な学びを得ることが出来たと思われる。

#### 4. 8. 日本に向けてのオンライン特別授業

大会終了後直ちに、オンラインツールを活用して、大会に出場した生徒達がアメリカから日本で待っている生徒達に大会での学びを語る特別授業を行った。なお、アメリカと日本との時差は14時間もあったので、アメリカ現地からは夜中に配信することになった。日本の生徒

達は、同級生の世界への挑戦や、その成果と挫折に関わる語りが大変心に響いたようであり、特別授業後の振り返りにおいて、自分自身も本気の挫折を味わうほどの大きな挑戦をしてみたい、と記している生徒もいた。この取り組みは、語る側、聴く側の双方の生徒達にとって、かけがえのない刺激と学びを得る、大変貴重な経験となった。

### 5. 成長の要因

コロナ禍の逆境であったにもかかわらず、この2年間で生徒達が世界大会で入賞できるほど大きく成長できた。これらの要因として、次の3点があげられる。

#### (1) 本気の挫折

生徒達にとっては、1年時の大会で負けた「本気の挫折」となる苦い経験をしたことが、その後の成長の大きな原動力となった。本気の挑戦や挫折を経験できる環境づくりは、大変重要である。

#### (2) 強みを生かす

人を大きく伸ばす方法は様々あるが、今回は特に、各自の「強み」を伸ばす取り組みを重視した。各自の強みを集中的に伸ばし、活動のモチベーションを上げることが、大きな成果をあげる要因になる。

#### (3) 逆境こそチャンス

逆境こそチャンスである、という文言を大切に、して創意工夫した活動を多岐にわたって行ってきた。このことが、コロナ禍でも生徒達は大きく伸びた要因である。

### 6. まとめ

世界大会への挑戦を通して、生徒達は大きな達成感とまた悔しさをも味わう貴重な体験を行った。そして同時に世界を見る目、物事を観察する視野も飛躍的に広がり、将来に大きな夢を抱くようになった生徒も現れ、帰国後の学習へのモチベーションも確実に上がっていることが観察された。今回の実践から、本校が行っているロボット教育には、子ども達の可能性を大きく伸ばす教育効果があることが確認できたため、これからもロボット教育を通して創造力の育成に励みたい。

### 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ーロボットコンテスト国際大会の出場を通してー, 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)ー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)，ロボット教育を通し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），ロボット教育を通し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.
- 5) 葉山泰三，谷口義昭（2022），ロボット教育を通し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－，奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要，第8号，pp.209-214.