

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－

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

－ The Result gained from Participation of an International Robot Convention －

Taizo HAYAMA

(Nara University of Education Junior High School)

Yoshiaki TANIGUCHI

(Nara University of Education)

要旨：新しい知識・情報・技術が流布し、政治や経済、文化をはじめとして社会のあらゆる領域に浸透することで、かつて経験しなかったことに対応する能力、すなわち生きる力の育成が求められている。21世紀の競争と技術革新が絶え間なく起こる知識基盤社会においては、幅広い知識と柔軟な思考力に基づく新しい知や価値を創造する能力が求められる。また、社会構造のグローバル化により、アイデアなどの知識そのものや人材をめぐる国際競争が加速するとともに、異文化を理解し、国際協力する場面が増えている。一方、教育面において、近年の国内外の学力調査の結果などから、我が国の子どもたちには思考力・判断力・表現力に課題が指摘されている。

これら子どもを取り巻く現状や課題等を踏まえ、奈良教育大学附属中学校の科学部においては、21世紀の社会で活躍できる人材の育成を目指し、ロボット教育を中心とした活動を行っている。その活動の一環として、世界規模で行われているロボットコンテストであるWRO (World Robot Olympiad) に毎年参加している。平成24年度の国際大会においても日本代表チームに選拔され、マレーシアで行われた国際大会に出場した。

ロボット教育をベースにしたクラブ活動が、課題を解決するための思考力・判断力・表現力等及び主体的に学習に取り組む態度等を育み、21世紀の知識基盤社会に生きる子どもたちに求められる力の育成に繋がることを明らかにした。

キーワード：「ロボット教育：Robot education」 「創造力：Creativity」 「生きる力：Zest for living」

1. はじめに

文部科学省は、このたびの学習指導要領の改訂にあたり、「知識基盤社会」ともいわれる社会の変化に対応するための能力の育成を強調し、「生きる力」の理念の継承を示している¹⁾。

加えて、社会構造のグローバル化により、アイデアなどの知識そのものや人材をめぐる国際競争が加速するとともに、異なる文化を理解し、国際間で互いに協力し合う人材の育成も叫ばれている。

一方、近年の国内外の学力調査の結果などから、我が国の子どもたちには思考力・判断力・表現力に対する課題が指摘されている。

これら子どもを取り巻く現状や課題等を踏まえ、奈良教育大学附属中学校では、ESDを機軸においた21世紀の社会で活躍できる人材の育成を目指して教育している。著者が担当する技術教育では、情報に関する学習において、MIT (米国・マサチューセッツ工科大学) の研究成果を基に開発された自律型ロボットキットである教育用レゴマインドストームを活用した授業を展開している。更にエネルギー変換に関する学習においては、レゴ教材とタブレット型コンピュータを組み合わせた先駆的なロボット製作の授業も行っている²⁾。

また、科学部は、世界規模で開催されているロボットコンテストの一つWRO (World Robot Olympiad) に毎年参加している。コンテストに向けて活動する中

で、創造力、問題解決能力、人間関係力など、子どもの総合的な能力育成に有効であることが報告されている³⁾。

平成24年度の国際大会においても、本校の生徒がWROのオープンカテゴリーという競技部門において日本代表チームに選抜され、マレーシアで行われた国際大会に出場した。

本研究報告では、ロボット教育をベースにした本校科学部の活動が、課題を解決するための思考力・判断力・表現力等及び主体的に学習に取り組む態度等を育み、21世紀に生きる子どもたちに求められる力の育成に繋がることを明らかにする。

2. 21世紀に生きる子どもたちに求められる力

文部科学省は、平成22年に「教育の情報化ビジョン」を提唱し、その中で「21世紀に生きる子どもたちに求められる力」を提示している。具体的には以下の6項目である。

- (1) 前述した「知識基盤社会」に対応するために、幅広い知識と柔軟な思考力を身に付ける。グローバル化に対応するために、異なる文化・文明と共存でき、国際協力できる人材を育成する。
- (2) 基礎的・基本的な知識・技能の習得するために、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和のとれた「生きる力」を育成する。
- (3) 思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、各教科において、基礎的・基本的な知識・技能をしっかりと習得させる。
- (4) 必要な情報を主体的に収集・判断・処理・編集・創造・表現し、発信・伝達できる能力、すなわち情報活用能力を育成する。
- (5) 知識や情報を活用したり、テクノロジーを活用する能力、すなわち「社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力」や、「多様な社会グループにおける人間関係形成能力」および「自律的に行動する能力」を育成する。
- (6) 子どもたちの多様性を尊重し、相互のコミュニケーションを通じて協働して新たな価値を生み出す教育を行う。

3. WRO (World Robot Olympiad) とは

3. 1. 競技の意義

WROは自律型ロボットによる国際的なロボットコンテストであり、世界中の子どもたちが各々ロボットを製作し、プログラムにより自動制御する技術を競うコンテストである。市販ロボットキットを利用することで、参加しやすく、科学技術を身近に体験できる場を提供するとともに、国際交流も行われる大会である。

WROは、教育的なロボット競技への挑戦を通じて、彼らの創造性と問題解決力を育成する以下の目的を持っている。

(1) 創造性と問題解決力の育成

教育的なロボット競技への挑戦を通じて、創造性と問題解決力の育成を図る。科学技術への関心・意欲の向上、ものづくり人材の育成も目標としている。

(2) コミュニケーション力の育成

WROでは小学生から高校生までの子どもたちがチーム（子ども2～3名と大人のコーチ1名）を組んで競技に参加し、仲間と共にロボットを組立て、コースをいかに速く、正確に走るか、それをどう実現していくかアイデアを出し合いプログラム開発をし、各種競技に挑戦し、競技タイムやロボットデザイン、またテーマに沿ったプレゼンテーション等を競い合う。

(3) 先端科学技術の体験を促進

ロボットは、メカトロニクス、通信、コンピュータ技術の集積体であり、パソコンの画面に向かうだけでなく、ロボットを作り、プログラムし、動かすことで、子どもたちの先端科学技術の学習を促進できる。

これら3点は、文部科学省が提唱している2章の「教育の情報化ビジョン」と一致するところが多くあることが分かる。

3. 2. 競技の部門

WROの競技は次の3つの部門がある。

(1) レギュラーカテゴリー

事前に発表されたルールに則って製作したロボットを用いて、課題をクリアしたポイントとタイムを競う。

(2) オープンカテゴリー

事前に与えられたテーマに沿って設計・デザインしたロボットを、プレゼンテーションし、その内容を競う。

(3) ロボットサッカー競技部門

事前に発表されたルールに則って製作したロボットを用いてサッカー競技を行い、勝敗を競う。

3. 3. 競技に使用されるロボットキットについて

WROの大会で用いられる教育用レゴマインドストームNXT（以下NXTと略する）とは、MITの研究成果を基にした、科学技術を総合的に学習する自律型ロボットキットである。

レゴブロックを用いているため、自由自在に組み立てることが可能であり、手軽に何度もロボットを作り直すことができる。

また、高性能の32bitCPUを搭載しており、専用の教育用簡易プログラミング言語を用いて、高性能センサ、サーボモータ、Bluetooth通信機能などを制御して、高性能自律型ロボットを作ることができる。

本キットは、小学校、中学校、高等学校、大学での

ロボット教育や研究、また企業でのエンジニア教育にいたるまで幅広く活用されており、既に世界の教育機関50,000校以上で活用されている教材である。このように、科学、技術、情報、工学を学ぶだけでなく、実験、考察、発展の段階を通じて、想像力、創造力、問題解決力、チームワーク力をも育む教材として、その有効性が高く評価されている。

3. 4. オープンカテゴリーの詳細について

3. 4. 1. 競技ルール

平成24年度のオープンカテゴリーのテーマが「社会の一員としてのロボット」と提示された。主なルールを以下に示す。

- ①ロボットがNXTソフトウェアで制御されること。
- ②2 m × 2 m × 2 mのサイズのブースにおいて、ロボットをプレゼンテーションすること。
- ③プレゼンテーションの内容を効果的にするようなポスターなどでブースを飾り付けること。
- ④ロボットやプログラミングの特性などを、分かりやすく視覚的に説明するビデオとレポートを制作し、事前に提出すること。
- ⑤プレゼンテーションにおいては5分間でロボットの説明とデモンストレーションを行い（国内大会は日本語、国際大会は英語を使用する）、さらに5分間の審査員からの質疑にも答えること。

3. 4. 2. 競技で育まれる力

オープンカテゴリー競技で育まれる力を以下に示す。

(1) 自由な発想でロボットを製作する

一般的なロボット競争競技であるレギュラーカテゴリーのロボットは競技の特性上、公正な競争にするために、ロボットのサイズや使用する部品に厳密な制限を加えている。しかし、テーマに沿ったプレゼンテーションを主体とするオープンカテゴリーの競技においては、ロボットのサイズやパーツに厳しい制限がなく、自由な発想でロボットを製作することが可能であり、創造力の育成に効果的である。

(2) 多面的な能力を育成する

オープンカテゴリーの競技においては、プレゼンテーションを主体とするため、子どもたちの多面的な能力の育成に効果的である。テーマに沿って研究しながらロボット製作を行うため、大会当日のプレゼンテーションを通しての表現力の育成みならず、事前のレポートやポスター、またビデオの制作を通して、課題を解決するための思考力・判断力・表現力等および主体的に学習に取り組む態度等を効果的に育むことができる。

(3) 語学力の育成と国際理解力を育成する

国際大会においては、英語でのプレゼンテーションと質疑応答が求められるため、語学力の育成に効果的

である。また国際大会においては、世界各国の様々な人々と交流し、お互いのロボットについて発表し合ったり、意見交換などを行うチャンスもあるため、国際理解教育にも役立つ。

4. 奈良教育大学附属中学校での取り組みについて

4. 1. レギュラーカテゴリーチームの結果

奈良教育大学附属中学校科学部は、平成18年から毎年WROに参加している。平成24年度は、オープンカテゴリーにおいては、国際大会に出場できたが、レギュラーカテゴリーに出場したチームは、残念ながら関西大会にて敗退し、全国大会への進出を逃した。

今年度のWRO関西大会においては、レギュラーカテゴリーへの出場チームが12校32チームと過去最大であった。全国大会への出場数は2校しか配当がなく、全国大会への出場権を得るにはかつてない厳しい戦いとなった。関西地区は全国屈指のレベルの高さを誇り、昨年度世界大会でトップレベルの成績を残したチームでも上位進出を逃す結果となった。

本校として、レギュラーカテゴリーでの全国大会出場を逃したことは、非常に残念ではあった。しかし、大会参加チームの増加に伴って互いに切磋琢磨することでロボット製作およびプログラミング技術のレベルアップが図られていることは、大変喜ばしいことである。大会で敗退した生徒たちも、他校のレベルアップを肌身で感じ取り、大変刺激になったようであり、その後の活動の活性化にも繋っている。今年度の大会結果は、教育的には決して無駄にはなっていないものであると確信している。

4. 2. オープンカテゴリーチームの取り組み

4. 2. 1. 全国大会出場権を得るまでの取り組み

平成24年度のオープンカテゴリーへ参加したチームは、3月から取り組みを開始した。

平成23年度に国際大会に出場した経験のある中学3年生の2名が後輩の1年生と2年生をサポートする形で、共通テーマの「社会の一員としてのロボット」について、何度も議論を重ねながら、ロボットの開発を行っていった。

3月当初から生徒たちは課題に向けて話し合い、試行錯誤を重ね、ロボットの開発に精力的に取り組んでいた。しかし、計画したロボットが製作出来ずに、悪戦苦闘する日々が続いた。

しかしながら、問題解決に向けて生徒たちが話し合いを重ね、論理的な考えを基にして何度もロボットの改良を繰り返した結果、次のステップに進んでいった。これら新しいロボットの創造とプログラムの検証を繰り返して行く過程で生徒たちは日々成長していった。難しい課題に対しても短時間に解決できるように

なり、新しい能力を獲得できたと推察できる。しかし、彼らの成長を定量的に分析することはできていない。

オープンカテゴリーは、地区大会はなく、8月初旬にビデオとレポートによる審査があり、それによってまず、全国大会への出場の可否が決まるというシステムである。応募された学校の中から、全国大会へは小・中・高校それぞれ3～5校が出場権を獲得できる。

本校の生徒たちは、ロボット製作とプレゼンテーション原稿の作成、更にロボットの特徴を説明するレポートの仕上げと、ビデオ制作に懸命に取り組み、その結果全国大会への出場権を得るに至った。

4. 2. 2. 全国大会に向けての取り組み

全国大会への出場の決定通知が届いたのは、全国大会が行われる約1か月前の8月下旬であった。全国大会出場が決まってからは、以前にも増してロボットとプログラムを改良する生徒たちの活動は積極的になり、休日を返上して精力的に取り組んだ。

特に、ロボット開発においては、今回、加速度センサという、今まで生徒たちが使用したことのない特殊なセンサとBluetooth機能を組み合わせた制御に新たに挑戦した。

更に、ロボットの腕部に、糸を用いた前例のない特殊な機構を組み込むという提案がされ、難しい技術への挑戦となったため、新しいロボット開発となった。

ロボット製作に加え、プレゼンテーションに向けた準備も大変忙しく、生徒たちは互いに協働して取り組むようになり、他と協調することで大きな目標を達成できることを学んでいった。

4. 2. 3. 全国大会への取り組み

最難題の技術への挑戦となったため、ロボット開発は予定よりも大幅に遅れた。そのため東京で行われた全国大会においては、前日の宿舎で徹夜をしながらロボットの機構とプログラミングの調整をすることになった。徹夜を強制しなかったが、生徒たちは自主的に取り組み、朝まで必死にロボットを調整する結果となった。この努力は、今後彼らの成長にとって大きな糧となることを実感した。

この活動を通して、生徒たちはこれまでの開発計画の甘さや力不足を大いに反省しながらも、仲間と協力して問題解決に取り組み、苦難を乗り越えていくことの大切さや尊さを大いに学んだようである。

結果として大会当日は、ロボットは意図した動きを実現することができ、プレゼンテーションも練習通りに行うことができた。

オープンカテゴリー中学生部門においては、全国から選抜された3チームのうち2チームが国際大会に出場できるようになっていた。本校は、ロボット機構、プログラミング技術およびプレゼンテーション力が評

価され、国際大会の出場権を得ることができた。生徒たちは、協力して全勢力を注ぎ込んで得た結果が評価されたことから、大いに達成感を得ていたといえる。

4. 2. 4. 国際大会に向けての取り組み

国際大会においては、プレゼンテーションと質疑応答、また事前に提出するレポート、ビデオも全て英語で制作することが義務付けられていた。そのため全国大会が終わってから国際大会に出発するまでの約1か月半の期間は、その準備に追われることとなった。勿論その期間は、学校行事である文化のつどい（文化祭）や中間テストもあり、生徒たちの取り組みは多忙を極めた。

国際大会に出場するメンバーは3名であり、中学2年生1名と1年生2名で構成した。まだ英語の学習を始めて間もない中学1年生にとっては、英語でプレゼンテーションを行うことは非常に難しいことであった。この対策として、附属中学校であることを活かして奈良教育大学で英語を専攻している大学生に英語の指導をサポートしてもらうこととした。このことは、中学生のみならず、将来教員志望である大学生にとっても意義深い学びとなるものであり、二人の大学生に10回程度（メールでの指導は含まず）指導を受けた。指導の内容は、主として英語でのプレゼンテーション原稿の作成とその発音についてである。

また、生徒たちは加速度センサをジャイロセンサに取り替えて、より精密なロボット制御を行うことにも挑戦し始め、毎日ロボットの機構や制御プログラムの改良という新たな課題に取り組むこととなった。

4. 2. 5. 国際大会に向けての強化合宿

国際大会に出発する1か月前に、千葉の幕張にて、日本代表チームを集めて、1泊2日の強化合宿が行われた。

合宿は、日本代表チーム全体のレベルアップを目的として、ロボット機構学、プログラミング、プレゼンテーションの各分野において第一線で活躍している専門家を講師に招き、各種スキルアップのトレーニングが行われた。

合宿初日に、各専門家から課題が出され、それらを解決するトレーニングが行われ、本校の生徒たちはプログラミング講座の課題に対して参加チームの中で1位の成績を修めた。また、高校生チームもほとんどがクリアできなかったロボット機構に関する難しい課題も見事にクリアした。さらに、プレゼンテーションの課題においても、他校の生徒の見本となる発表をして高い評価を受けていた。日本を代表するチームの前でこの成果を修めたことは生徒たちの大きな自信にもなったようである。また、参加者同士で英会話をゲーム感覚で行うトレーニングもあり、参加者全員切磋琢磨

磨し合いながら積極的に活動していた。

合宿2日目には、それぞれのカテゴリーに分かれて、本番を想定した競技会が行われた。オープンカテゴリーにおいて、各チームが発表用のブースを作り、外国人講師や国際審判員を前にして、英語でプレゼンテーションと質疑応答を行った。外国人講師の英語でのアドバイスにも必死に耳を傾け、一つでも多くのことを吸収しようと懸命に努力していた。英語での質疑応答に苦しんだため、それを克服するための特訓が必要であることを痛感したようである。一方、他校チームの準備の丁寧さや小学生チームの予想以上の英語力の高さにも驚かされ、自分たちの未熟さを感じざるを得なかった。この合宿では、問題解決力や思考力、またコミュニケーション力を育成することの重要性を改めて実感し、その後の練習の改善に繋げることができた。

4. 2. 6. 日本科学未来館での学習

強化合宿の帰り、生徒たちは東京観光の代わりに日本科学未来館での学習を強く希望したため、新幹線に乗るまでの空き時間を同館の見学に充てた。最新ロボットであるASIMOや宇宙開発、バイオテクノロジー等の展示物を前にして、今後のロボット開発やプレゼンテーションに活かすことができないか、熱心に探求していた。

このように、WRO世界大会への出場は、生徒自らが学び、進んで行動する態度を醸成することにも大いに役立っていることがわかった。

5. 国際大会での取り組み

5. 1. 出場国

平成24年度のWRO国際大会はマレーシアで開催され、開催国のマレーシア、日本、中国、韓国、フィリピン、インドネシア、台湾、タイ、香港、シンガポール、インドなどのアジア勢をはじめ、ロシア、南アフリカ共和国、UAE、デンマーク、オマーン、カタール、バーレーン、エジプト、ギリシャ、ブルネイ、ウクライナ、オーストラリア、ドイツ、コスタリカ、ナイジェリアなど世界各地の小・中・高校生達が、自慢のロボットで競技に挑んでいた。

開会式は2,000人を超える参加者であったため、巨大なホールが準備されていた。世界各国から集った多種多様な国籍の人を目の前にして、日本から参加した子どもたちは最初は幾分緊張していたが、会の進行とともに積極的に参加するようになり、国際大会の雰囲気を実体験していた。

5. 2. 出場国

オープンカテゴリーへ参加は約110チームであった。

本校の生徒たちは、今まで懸命に取り組んできた成果をプレゼンテーションで発表した。発表の様子を写真1に示す。審査の結果、健闘したにもかかわらず入賞することができなかった。

このWROの取り組みを通して、生徒たちはロボット機構、プログラミング技術およびプレゼンテーション力において世界のレベルの高さを確認することができ、次年度に向けて新たな目標を設定することとなった。このような意識改革をすることで、確実に成長したことは間違いないと言える。

本大会において以下のことが明らかとなった。諸外国チームのロボットはスケールも大きい上に、更に機能においても想像以上に高い技術で作られているものが多かった。ブースに飾り付けてあるポスター等のデザイン性やアピール力も、素晴らしいものが多い。WRO国際大会のレベルは確実に年々レベルアップしてきており、日本チームはその情報をもっと正確に共有し、日本チーム全体のレベルアップを図るべきである。

発想力、創造力、プレゼンテーション力の育成においては、世界基準でもっと高いレベルを意識した指導が確実に必要であることを痛感した。すなわち、高い技術に裏付けされた自信あふれるプレゼンテーション力の育成を、是非日本も見習うべきであろう。

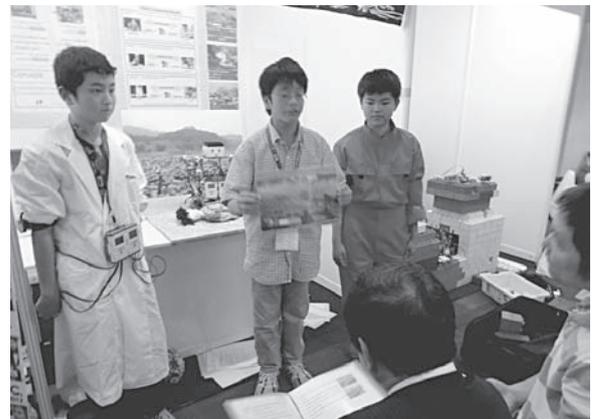


写真1 プレゼンテーションの様子

6. 生徒の声

参加した生徒たちの感想を以下に示す。

英語で話すことの楽しさを学んだ。外国の方の質問に返答できたときの喜びは言葉では表せないほど大きいものであった。これからもっと勉強して外国の人と自由に話してみたい。

交流する中で、世界の人々が日本の震災の事を心配してくれていることを知り、世界の人々の優しさ、心の豊かさを知った。今、領土問題でもめている中国や韓国の人とも仲良くできたことが嬉しかった。

他の国の人の技術力の高さを思い知った。もっとロボットの技術について深く勉強する必要性を感じた。

他の国の人の英会話力はすごく、プレゼンテーションも大変迫力があった。もっと英語を勉強して、負けないような発表を出来るようになりたい。

他国のポスターの中には、デザイン的にも優れていて非常に分かりやすく、インパクトがあるものが沢山あった。もっと色々な勉強をして、負けないようなポスターや資料を作れるようになりたい。

発想力の大切さを痛感した。世界には想像以上にスケールの大きいロボット、ユニークな機構のロボットが沢山あり、見習う必要性を強く感じた。

計画性の大切さを感じた。この力は色々な分野でも役立つと思うので、今のうちにしっかり勉強したい。

7. 成果と課題

WRO国際大会出場を経験した生徒たちの変容から、ロボット教育は創造力をはじめ、課題を解決するための思考力・判断力・表現力等および主体的に学習に取り組む態度等を育み、21世紀を生きる子どもたちに求められている「生きる力」の育成に大変有用であることが明らかになった。

また大会を通して、今の日本の教育における課題も見えてきた。今の日本は世界各国で行われている先進的な教育にもっと目を向け、新しい時代を意識した教育を更に展開していくべきであろう。本校をはじめ、日本から参加したチームの大半が、残念ながら世界各国のロボットに全く歯が立たず、コンテストにおいては惨敗する結果となってしまった。かつて日本は、技術立国と謳われ、世界トップレベルの技術を誇ってきたはずであったが、今や次世代を担う子どもたちの技術力や創造力は、諸外国の方が圧倒的に優位に立ち、日本はアジア諸国にも遅れを取り始めていることが明らかになりつつある。

特に大会開催国のマレーシアは、かつて「Look East 政策」を掲げ、日本や韓国等の先進国を目標として技術力を高める努力をしてきた背景があり、優秀な人材育成のための教育に力を注いでいる。その実現を目指して、ロボット教育活動にも国を挙げてバック

アップする体制があり、豊富な資金、人材を投入し、優秀な人材を確実に育成してきた成果が、今大会の多数のチームが上位を獲得したことで実証された。勿論、中国、韓国、フィリピン、台湾や他のアジア諸国も同様の傾向があり、また、ロシアや南アフリカ共和国等の子どもたちも高い技術力を有していることが分かった。

これからの日本が、世界に通じる人材を育成していくためには、数値に表れる学力のみならず、豊かな創造力や高い技術力を育成する教育プログラムを再構築し、実施していくことが急務である。諸外国の先進的な取り組みに目を向け、謙虚にそれらを学ぶ姿勢が必要であると考えられる。

文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領，2008年3月28日告示。
- 2) 葉山泰三，谷口義昭：タブレット型コンピュータを活用した技術の授業実践研究－レゴ・ブロックを用いたロボット製作の授業－，奈良教育大学紀要，第61巻，pp.177-182 (2012)
- 3) 福田哲也，葉山泰三，谷口義昭，森本弘一，藪哲郎，他3名：奈良からロボットの風を－ロボット教育における新たな試み－，奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要，第21号，pp.209-214 (2011)