

応用研究論文

ロボットを題材とした産学官地域連携による創造ものづくり教育の活性化

ワールド・ロボット・オリンピック 秋田県中央地区大会創成期

石井雅樹¹, 御室哲志²

¹ 秋田県立大学システム科学技術学部電子情報システム学科

² 秋田県立大学システム科学技術学部機械知能システム学科

秋田県にかほ市，由利本荘市では，科学技術を支える理数教育を始めとしたものづくり教育の充実と活性化を目的として，2010年からロボットコンテスト（World Robot Olympiad Japan 秋田県中央地区大会，以後，WRO と表記する）を開催している。WRO は LEGO® MINDSTORMS®を用いた自律ロボット競技会であり，当地区大会は国際大会に向けた国内予選会として公認されている。事業は，にかほ市，由利本荘市の教育委員会，企業，秋田県立大学が協力し，地域の産学官の全面的な支援のもとで運営されている。対象は地域の小学生，中学生，高校生であり，児童・生徒はロボット工学や組込みソフトウェアの基礎を楽しく学びながら，毎年，活気に満ちた競技を展開している。第1回大会で68名であった出場者は年々増加し，第8回までの延べ出場者数は1000名を超え，全国大会で入賞するチームも現れてきた。本稿では，地域に定着した本事業の創成期に焦点を当て，ロボットをテーマとしたSTEM教育（科学，技術，工学，数学）の実践事例，地区大会開催までの経緯と地域連携の仕掛け，今後の課題及び展望について報告する。

キーワード：産学官連携，STEM教育，ワールド・ロボット・オリンピック，ロボットコンテスト，組込みソフトウェア

現在，情報通信機器の発展に伴う各種メディアの普及により，児童・生徒は多種多様な知識を身につけている。しかし，自分で想像しながら物を作り上げることや，他者とのコミュニケーションを通じて問題を解決していくことは苦手とされている。これらの能力は，ものづくり・科学技術への興味の向上を目的とした場合に最も大切な要素であると考えられる。

一方，ロボットは，子どもから大人まで少なからず興味を抱く対象である。著者らはこのことを契機として，児童・生徒のものづくり・科学技術に対する興味・関心（＝挑戦する力）を育てたいと考え，2008年からロボットを題材とした地域の理数・ものづくり教育支援を実施してきた。また，2010年には地域の産・学・官の連携によるロボットコンテスト（World Robot Olympiad (WRO) Japan 秋田県中央地区大会）を立ち上げ，現在まで継続して活動してきた（石井，2011）。

本稿では，秋田県にかほ市，由利本荘市に定着したロボットコンテストの創成期（2008年度～2011年度）に焦点を当て，ロボットを題材とした理数・ものづくり教育支援の実践事例（秋田市を含む），コンテスト開催までの経緯と地域連携の仕掛け，今後の課題及び展望について報告する。

ロボット製作における協働の重要性

ロボットは自分が「思ったとおり」に動くのではなく，自分が「作ったとおり」に動く。すなわち，製作過程で誤りや見落としのあるロボットは，文字どおり「作ったとおり」に動き，その結果，思い描いた動作とは異なる動きをする。ロボットを「思ったとおり」に動かすためには，実際の経験（Try & Error）から得られた問題定義，仮説検証を行う思考の習慣化が重要であると考えられる。この習慣は，一人

表1 秋田県中央地区におけるロボット教室の開催事例

		実施タイトル	事業名等	支援元	対象者	参加者	実施回数：場所
2008	1	ロボット教室～二足歩行ロボットの製作～	サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (SPP)	科学技術振興機構 (JST)	小学6年生 (院内小学校)	25名	全5回：院内小学校、秋田県大
2009	2	ライトレースロボットの製作・プログラミング	あきた教育GP	秋田県	小学5-6年生 (院内小学校)	42名	全8回：院内小学校、秋田県大
	3	科学技術に挑戦！キミは科学者！科学の世界に飛び込もう！～二足歩行ロボットの製作～	SPP	JST	小学5-6年生 (秋田市)	18名	全4回：秋田県児童会館、秋田県大
2010	4	ライトレースロボットの製作・プログラミング	秋田教育GP	秋田県	小学5-6年生 (院内小学校)	57名	全12回：院内小学校、秋田県大
	5	ロボットに生命を吹き込め！～組み立てからプログラミング、活躍までを体験しよう～	SPP	JST	小学5-6年生 (秋田市)	18名	全7回：秋田県児童会館、秋田県大
	6	ガリレオの研究室～4足歩行ロボットの製作～	東北地域体験型知財産業教室事業	発明協会 秋田県支部	小学2-6年生 (秋田市)	16名	全1回：秋田県児童会館
	7	WROロボコン教室指導者講習会		榊77㈱	小・中学校教諭 (にかほ市)	約20名	全1回：院内小学校
2011	8	ロボット教室～竿灯ロボット (二輪倒立ロボット) の製作～	県庁ものづくり展示ホール体験教室	秋田県	小学4-6年生 (秋田市)	15名	全1回：秋田県生涯学習センター
	9	ロボット教室～ロボットマイスターになろう！～	SPP	JST	小学5-6年生 (秋田市)	20名	全6回：秋田県児童会館
	10	院内ロボコン (パートI・II・III・IV)	SPP	JST	小学5-6年生 (院内小学校)	54名	全5回：院内小学校

で熱心に考えて作業することの他に、周囲の意見に耳を傾けること、その意見を咀嚼すること、咀嚼した上で自分の意見を周囲に伝えること、といった豊かなコミュニケーション能力を身につけることによって培われるものと考え。

著者らの実施するロボット教室では、グループワークを通じ、活きたコミュニケーションが行える場を数多く提供することを心掛けている。ロボットの製作には、コンセプトの設定、動作イメージの検討、動作を実現するための機構・プログラムの検討、内界・外界センサを用いた内部・外部情報の獲得方法に係る検討など、様々な要素が必要となる。

これらの要素を一つのロボットにまとめ上げていく過程では、グループ全員が目標を共有することが重要である。また、その目標を効率的に達成するためには、他者の意見を認識・尊重すること、各自が自主性・自律性を持つこと、グループ内で互いの能力を補完し合うことが必要である。すなわち、協働という形式が豊かなコミュニケーション能力の育成に効果的であると考える。

2008年度から2011年度に実施したロボット教室の主な事例を表1に示す。上記の考えに基づき、ロボット教室では児童・生徒がグループの一員として協働することを意識した取り組みを実施し、その過程でコミュニケーション能力の向上、科学技術に対

する興味・関心、知的探求心の向上を図りたいと考えている。

地域におけるロボット教育の実践事例

秋田県児童会館での実施例

著者らが実施したロボット教室の典型的な事例として、秋田県児童会館で取り組んだ事業 (ロボット教室～ロボットマイスターになろう！～) を紹介する。本事業はサイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (JST：科学技術振興機構) の支援を受けた取り組みであり、小学5年生、6年生を対象として、全6回の教室を開催した。

第1回：「ロボット概論」(2時間)。

- 実施場所：秋田県児童会館
- ロボットの歴史や種類など、ロボット全般に関する講義を実施した。また、簡単なロボットの実演を通じ、機構・制御に必要な物理・数学・情報系の知識・技術について優しい説明を実施した。本講義は第2～5回のロボット製作へ向けた興味促進の目的も併せ持っている。

第2回：「ロボットの組立て」(2時間)。

- 実施場所：秋田県児童会館

- LEGO® MINDSTORMS®を使用し、共通の課題を設定した後、ロボットの組み立てを実施した（1グループ2～3名）。本講義では、課題を解決するためのロボットの形（ハードウェア）に焦点を当て、グループ内での協議を重視した取り組みを行った（図1）。

第3回：「ロボットのプログラミング」（2時間）.

- 実施場所：秋田県児童会館
- 第2回で組み立てたロボットのプログラミングを実施した。簡単な処理の流れを提示した後、児童自らがフローチャートを作成し、プログラムを作成した。本活動では、課題を解決するためのロボットの頭脳（ソフトウェア）に関する協議の場を重視した（図2）。

第4回：「ロボットの改良」（2時間）.

- 実施場所：秋田県児童会館
- 第2回・3回で製作したロボットの試走を行い、グループごとにロボットの改良を実施した。本活動では、製作したロボットの動きを詳細に「観察」し、グループ内で「問題点の抽出」、「解決方法の検討」について協議する場を重視した（図3）。

第5回「ロボットコンテスト」（2時間）.

- 実施場所：秋田県児童会館
- 製作したロボットのコンセプト・特徴を紹介する発表会及びロボットの实演会を実施した。本活動では、プレゼンテーション資料の作成を行い、自分たちのロボットの魅力を伝えるための表現方法について協議する場を重視した。また、他のグループの内容・考えを理解・尊重し、自分の意見・考えを積極的に質問する時間を重視した。

第6回「地域見学」.

- 実施場所：仁賀保中学校，秋田県立大学
- WRO Japan 秋田県中央地区大会（会場：仁賀保中学校，2011.8.9）の観戦を実施した。同年代の児童が活躍する姿を観戦することで本講座を振り返るとともに、児童の科学技術に対するモチベーションの更なる向上と持続を目的とした。また、



図1 ロボットの組立て



図2 ロボットのプログラミング

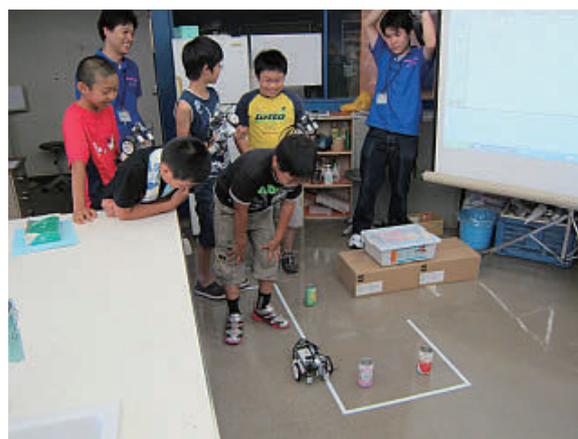


図3 ロボットの試走・改良

秋田県立大学（ロボット工学研究室など）において、研究開発現場の見学、体験学習を実施した（図4）。

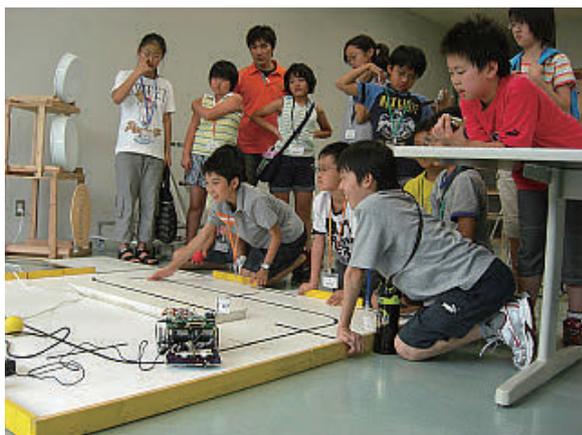


図4 秋田県立大学研究室見学



図5 院内ロボコン教室の様子

にかほ市立院内小学校での実施例

院内小学校では、2009年からLEGO® MINDSTORMS®を教育に取り入れている。本稿では、2011年に実施した事業である「院内ロボコン（パートⅠ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）」について紹介する（図5）。

2009年当初は、ロボットの製作・プログラミングを通じ、児童の独創性、創造性、多様性を育むことを目的としていた。2011年にはキャリア教育に力を入れ始め、その一環として算数力を育てるという具体化した目的を持って上記の事業を実施した。

児童に提示した課題の一例は以下のとおりである。

- ロボットが正確に50cm進むためには左右のモータ（タイヤ）を何回転すればよいでしょう。
- ロボットが正確に90度回転（超信地旋回）するためには左右のモータをどの方向に、どれくらい回転すればよいでしょう。
- 半径10cmのコーナーを正確に曲がるためには、左右のモータの速度比をいくつにすればよいでしょう。

上記の課題では、はじめに動きを設計し（イメージし）、その後、設計通りにロボットを製作・プログラムすることから、児童にとってはこれまでと異なる製作手順となる。これは、前述した「作ったとおりに動くロボット」から「思ったとおりに動くロボット」へ教育目的をシフトさせた良い事例と考える。ロボット教室では、児童が定規・ノギスを使用し、タイヤの直径、トレッド幅等を測定する様子が認め



図6 直進走行の精度向上に取り組む児童

られた（図6）。

さらに、「使用するタイヤを変更する（タイヤ径を変更する）」という課題を追加することにより、上述の課題の解答がある公式で導き出せることに気付く児童も現れた。その後、院内小学校ではデータブロック（数学、比較、変数、一定、等）を使用し、公式をプログラムするという取り組みも実施しており、文字通り「算数力を育成する」ためのロボット教育が始まっている（図7）。

なお、院内小学校では各学年の児童が異なる課題に挑戦しており、上級生は学んだ内容をまとめ、下級生に教えるという教育方式を採用している。このような「児童の学びの成果を積み重ねる仕組み」は児童の挑戦しようとする気概を育む上で効果的と考える。

表 2 World Robot Olympiad (WRO) Japan 秋田県中央地区大会の概要 (初期: 2010・2011 年度)

	事業名	支援元	対象者	参加者	実施回数: 場所
2010	1 シンポジウム: 秋田における小学生の理科教育を考える (教室の外での理科教育)	主催: 実行委員会 共催: にかほ市, フェライト子ども科学館 後援: 秋田県大, にかほ市教育委員会,	小・中学校教諭, 行政 (にかほ市, 秋田県)	20名	全1回: 平沢小学校
	2 WRO Japan 2010 秋田県にかほ市予選会 ロボコン講習会	にかほ市商工会, 協賛: 3団体 (企業等) 協力: NPO法人E-TECH, にかほ市科学振興 委員会, にかほ市校長会	小学5-6年生 (にかほ市)	68名	全3回: 平沢小学校
	3 WRO Japan 2010 秋田県にかほ市予選会	他: 秋田県			全1回: 平沢小学校
2011	4 WRO Japan 2011 秋田県中央地区予選会 ロボット教室	主催: 実行委員会 共催: 由利本荘市, にかほ市, フェライト子ども科学館 後援: 秋田県大, 由利本荘市教育委員会, にかほ市教育委員会	小学5-6年生 (にかほ市, 由利本荘市)	37名	全4回: 由利本荘市理 科教育センター, にかほ 市フェライト子ども科学館
	5 WRO Japan 2011 秋田県中央地区予選会 ロボコン講習会	協賛: 5団体 (企業等) 協力: NPO法人E-TECH, にかほ市科学振興 委員会	小学6年生 (にかほ市, 由利本荘市)	77名	全3回: 仁賀保中学校
	6 WRO Japan 2011 秋田県中央地区予選会	他: 秋田県			全1回: 仁賀保中学校

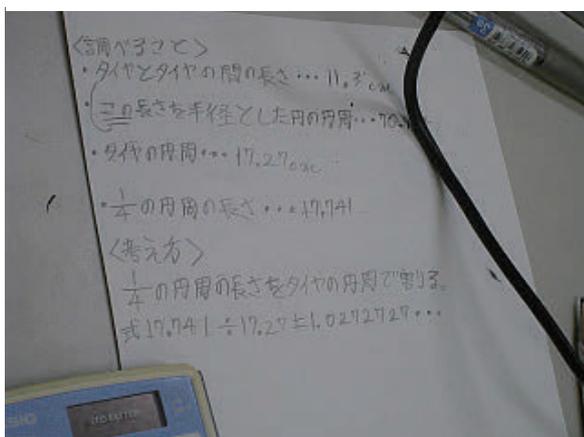


図 7 回転動作に関する計算 (算数応用)

秋田県中央地区における WRO 開催までの経緯

表 1 に示したように、著者らは秋田県中央地区においてロボットを題材としたものづくり・理数教育支援を実施してきた。その中で、教育の成果を発表できる場が欲しい、また、理数教育の中で子どもたちが“夢”に向かって努力する地域活動が行えないかとの要望が寄せられた。そこで、当地域では 2010 年に WRO Japan 秋田県中央地区大会を立ち上げ、WRO Japan の公認予選会として、これまで 8 回のロボットコンテストを実施してきた。

WRO は教育用 LEGO® MINDSTORMS®を用いた自律型ロボットによる教育的なコンテストであり国際大会・全国大会は 2004 年から開催されている。世界中の小・中学生、高校生、大学生を対象に、科学技術を身近に体験できる場を提供し、青少年の創造性と問題解決力の育成を図ることを目的としている。

日本各地の予選会から始まり、全国大会、国際大会まで続くことから、“世界に挑む”という高い目標設定により、児童・生徒・学生の創造性とチャレンジ意欲を大きく高める効果が期待できる。

当地区大会は、秋田県の小学生、中学生、高校生に「ロボット工学や組み込みソフトウェアの基礎を楽しく学ぶ場を提供することにより、STEM 教育 (科学 (Science), 技術 (Technology), 工学 (Engineering), 数学 (Math)) の充実と活性化を図ること」、また、「全国大会さらには国際大会への出場に向けた夢と目標を与え、児童・生徒の挑戦する心を培うこと」を目的として活動している。

第 1 回地区大会、第 2 回地区大会の概要を表 2 に示す。また、大会会場の様子を図 8 から図 11 に示す。地区大会は上記の目的に賛同する地域の産・学・官の全面的な支援のもとで実施されている。また、会場では児童が生き活きと取り組む姿が認められ、熱気に満ちた競技が展開されている。初期の 2 大会は小学生部門のみの開催であるが、これは、段階的に対象学年を拡大する計画としたためである。詳細は次報で報告する予定であるが、第 1 回大会で 68 名であった出場者は、対象学年を中学生、高校生へと徐々に拡大した結果、年々増加し、近年では毎年約 150 名の児童・生徒が出場している。過去 8 回の大会における延べ出場者数は 1000 名を超えており、地域の教育現場、行政、産業界に広く認知された取り組みへと成長している。

本事業に係っている組織・個人に共通して言えることは「教育・指導にあたる教諭・スタッフ・保護



図8 会場の様子 (2011 年度地区大会)



図10 競技の様子 (2010 年度地区大会)



図9 競技前の試走の様子 (2010 年度地区大会)



図11 表彰式 (2011 年度地区大会)

者の関心、並びに産業界の教育支援に対する意識が非常に高い」ということである。ロボット教室、WROに参加した児童・生徒の目が輝いているのは、このような関係者の熱意がそのまま児童に伝わった結果だと感じている。WRO Japan 秋田県中央地区大会を核とした当地域の理数・ものづくり教育は、小学生学力日本一の県ならではの総合企画として今後も更なる発展が期待される。

まとめ

本稿では、秋田県中央地区で取り組んでいるロボットを題材とした理数・ものづくり教育支援の概要を紹介した。ロボット教室に参加していただいた児童や教諭からは好意的なご意見が多数寄せられている。また、ロボット教室に同行した保護者からは、「ものづくり Japan の復活には人材育成が必須と思

います。小学校でものづくりや工学に興味を持つことにより、高等教育においても志す人材が増えるでしょう。大学生の工学部離れにも歯止めがかかる期待があります。地道な教育に期待し、今後も機会があれば積極的に参加させたいと思います。」といったご意見もいただき、今後活動を継続する上で大きな励みとなっている。

充実した理数教育支援を行うためには、今後も地域内での連携を密にし、地道に継続していくことが重要と考える。また、教育目的で始まった事業であるが、コンテストは勝利を目的とした活動の場でもある。当初の目的を忘れ、極度な勝利至上主義に陥らないよう、バランスの取れた事業展開が必要と考える。著者らも微力ではあるが、その取り組みに対し、積極的に支援していきたいと考えている。

謝辞

日頃有益なご助言を賜っております 本学 名誉教授 岡野秀晴 先生, にかほ市教育委員会, 由利本荘市教育委員会, 本稿で紹介した各事業にご協力頂いた関係者各位に深く感謝します.

文献

秋田県立大学創造工房管理運営委員会 (2010). 「平成 22 年度創造工房活動年報」 63-64.

秋田県立大学創造工房管理運営委員会 (2011). 「平成 23 年度創造工房活動年報」 56-60.

石井雅樹 (2011). 「挑戦力を育むロボット教育の実践と秋田県中央地区の取り組み」『第 4 回科学技術におけるロボット教育シンポジウム論文集』 15-18.

NPO 法人 WRO Japan 事務局 : <https://www.wroj.org/>

〔 平成 29 年 11 月 30 日受付 〕
〔 平成 29 年 12 月 14 日受理 〕

Stimulation of Creation and Manufacturing Education through Industry-Academia-Government Regional Cooperation with a Robot Theme

Early days of World Robot Olympiad Akita Central District Tournament

Masaki Ishii¹, Tetsushi Mimuro²

¹ *Department of Electronics and Information Systems, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

² *Department of Machine Intelligence and Systems Engineering, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

Since 2010, the World Robot Olympiad Japan Akita Central District Tournament (WRO), a robot contest, has been held in Nikaho and Yurihonjo Cities of Akita Prefecture to enhance and stimulate science, mathematics, and manufacturing education. The WRO is an autonomous robot competition using LEGO Mindstorms, and, as a regional contest, it is officially recognized as a national qualifying event for international tournaments. The WRO is a joint project of the Nikaho and Yurihonjo Cities' boards of education, some corporations, and Akita Prefectural University. It is operated with broad support from local industry, academia, and the government. Participants come from local elementary, middle, and high schools, with both younger and older students' enjoying their learning of fundamentals of robot engineering and embedded software while engaged in a vibrant annual competition. Historically, the first tournament drew 68 participants, but by the eighth, that number had increased to over 1000. Some teams also advanced to win nationwide tournaments. This paper focuses on the early stages of this project's establishment and reports on practical cases of STEM education with robots as the theme, the background of regional tournaments, mechanisms of regional cooperation, and future challenges and prospects.

Keywords: industry-academia-government collaboration, STEM education, world robot olympiad, robot contest, embedded software