

ESS ロボットチャレンジ 2014

渡辺 晴美^{†1} 久住憲嗣^{†2} 三輪昌史^{†3} 元木誠^{†4} 小倉信彦^{†5} 久保秋真^{†6}
細合晋太郎^{†2} 菅谷みどり^{†7} 紫合治^{†8}

ESS ロボットチャレンジは、本シンポジウムの特別企画であり、「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク enPiT-EMB/PEARL」と共催している。本企画の目的は、自動掃除機ロボットの開発を通し、実践的な組込みシステムの研究・教育を行うことにある。これまで、スプリングスクール、サマースクールを実施し、チュートリアル、スマートモバイルロボット競技、学生企画、ワークショップを開催した。本シンポジウムでは、これまでの結果を踏まえ、デモンストレーション、ポスター、ワークショップを行う。本チャレンジは、今年度は 11 回目であり、10 周年記念企画を実施している。これまで卒業生座談会・記念シンポジウムを通し 10 年間の振り返りを行ってきた。シンポジウムでのワークショップでは、若手教員を中心に今後の 10 年について討論する。本稿では、本チャレンジの貢献、経緯、企画内容について紹介する。

ESS Robot Challenge 2014

Harumi Watanabe^{†1}, Kenji Hisazumi^{†2}, Masahiro Miwa^{†3}, Makoto Motoki^{†4}, Nobuhiko Ogura^{†5},
Shin Kuboaki^{†6}, Shintaro Hosoi^{†2}, Midori Sugaya^{†7}, Osamu Shigo^{†8}

ESS Robot Challenge is a special event of ESS and held under the cosponsorship by enPiT-Emb/PEARL. The aim of the event is to provide an open case study for practical research and education for embedded system based on the development context of automatic vacuum cleaner. On the spring school and the summer school, we carried out tutorials, a smart mobile robot contest, a student session and workshops. In the symposium, the event gives a demonstration, a poster session, and a workshop. Last year, the challenge was celebrated its 10th anniversary. In this year, The 10th anniversary event has been held: the former challenger's talk session and the anniversary keynote speech. Their sessions have discussed the contribution for 10 years. The robot challenge workshop on the symposium will discuss the challenges to next 10 years with young researchers. The article introduces the contribution, history and events abstract of ESS Robot Challenge.

1. はじめに

ESS ロボットチャレンジは、今年度 11 回目に突入する。10 年の振り返りと今後の 10 年を見据え、10 周年企画を実施している。現在では様々なコンテストが実施され、学会主催も増えてきたが、2004 年初回当時、情報系の学会において、ロボットコンテストの開催は初の試みだった。

学会で開催することの意義は、単なるものづくりに留まらず、新しい技術へのチャレンジを目指すことを強調できることにある。一流の研究者・技術者から、優れた最新技術、その技術が生まれた背景、発想や継続へ

の動機付け等の人生観について学ぶ場の提供が容易になるということである。こうした教育を受けた若手が、新技術を普及させる切欠となること、さらには次世代の技術革新の担い手に育つことが我々の願いである。新技術の創出には、未知なる問題への問題解決力が重要であることは述べるまでもない。

このような力の育成に対し、コンテスト型 PBL(Project Based Learning)である我々の活動は、以下の 3 点に特に貢献してきたと言える。(1) 分野を超えた学びの場 (2) 実践的開発経験 (3) コミュニティの形成

10 周年企画として、これまで、卒業生の座談会、記念講演を実施してきた。これまでの企画において、卒業生が社会で活躍していることを確認し、新しいことを始め・継続することへのチャレンジについて発信してきた。本シンポジウムでは、次の 10 年に向けて、若手教

†1 東海大 †2 九州大 †3 徳島大 †4 関東学院大 †5 東京都
市大 †6 チェンビジョン †7 芝浦工大 †8 東京電機大

員を中心に議論を行う。

以下、2章ではESSロボットチャレンジの貢献について、3章では本チャレンジの経緯、4章ではイベント概要について紹介する。

2. ESS ロボットチャレンジの貢献

ESS ロボットチャレンジは既に述べたとおり、今年度11回目にあたり、10周年企画を実施している。10周年企画は下記からなる。

- ・卒業生座談会(2014年7月31日実施)
- ・10周年記念シンポジウム(2014年8月19日実施)
- ・今後の10年(2014年10月23日開催)
- ・情報処理学会誌・特集(2015年1月号)

上記の企画を通し、10周年を振り返り、図1に記すとおり、問題解決力の育成に関し3つの貢献をしてきたことを確認している。以下、その貢献について、それを実現するための競技課題と関連企画の工夫、座談会について述べる。



図1 未知なる問題解決力に向けた3つの貢献

2.1. 問題解決力への3つの貢献

(1) 分野を超えた学びの場

ロボット開発は、制御工学および智能工学の分野が中心になって研究されてきたが、10年前に本チャレンジを開催した頃より、機能の複雑化大規模化に伴い、要求分析、ソフトウェアの構造や作り方、また開発プロセスの管理方法についてソフトウェア工学を取り入れるようになってきた。近年の教育用ロボットを用いると、ソフトウェアのみの知識でも一見動作する。ところが自動的に掃除するといった目的を持たせると、正確な自己位置推定、直進や回転が求められるが、そうしたことは制御工学の知識なしには実現できない。また、効率よく着実に掃除するためには智能工学は不可欠である。各々の分野を全て学ぶことは難しいことから、他分野の境界を見極め、協力して開発していく力を養うことは重要である。本チャレンジでは、こうした分野横断的な知識を、ロボット開発を通して学ぶことが可能である。特に、同じ課題を別の視点・知識での取り組みについて、学生達は大いに興味を持つ。分野を超えた意見交換、他分野

へ関心を高める効果があることを実感している。また、我々、教員間の情報交換の場でもあり、学びの場でもある。以上から、自己の分野に留まらない視点を変えて考える力の育成への貢献が期待できる。

(2) 実践的開発経験

本チャレンジはコンテストであることから、競技日というデッドライン、勝つための高い品質を意識することになる。今年度の平均的な開発期間は1学期間、実質3ヶ月程度である。以上から、授業で実施する実験やPBLと比較すると、実践的な開発に近い題材といえる。従って、プロジェクトマネジメントの手法やその支援ツールの使い方についても注力しており、企業の開発エッセンスや新しい技術を学べる場の提供を心がけている。本年度は5月に開催したスプリングスクールにて、Scrumを使用したチケット駆動開発に基づいた実践的な講義を行った。さらに、我々は工学の基礎的なプロセスを重視している。すなわち、仮説・実験・評価・考察の繰り返し、実験、評価における計測とモデリングの実施を推奨している。工学の基礎的なプロセスを実施することで、工学的な気付き、問題発見へとつながることが期待できる。

(3) コミュニティの形成

難しく大きな問題の多くは、1人よりもグループで対応する方が容易に克服できるということ、企業での開発のほとんどが、プロジェクトで行うということは述べるまでもない。従って、問題解決のためにコミュニティを形成について学ぶことは重要である。近年問題となっているコミュニティを形成する力が低い学生について、本チャレンジのようなPBL型授業が効果的であることは既知であり、その成果に実感を得ている。一方、こうした能力の高い活発な学生からも、「システム開発特有のコミュニケーションを学ぶことができた」という意見を得ている。本チャレンジは、学生にとって、開発の難度も期間も短くない。2週間以内の短期的なPBLでは得られない、人間関係の問題にも向き合うことになる。嗜好や能力、参加目的や意欲の違いを踏まえ、人間関係を円滑にしつつ、適切なタイミングで、プロダクトの共有、声かけ、レビューなどを経験する。多くの学生達は想像以上に短い期間で「ほうれんそう」が求められることに驚く。

さらに、本チャレンジでは昨年度より、学生企画を開催している。本企画では、学生が大学間を超えて、自由に企画を立案し運営する。同じ課題で苦労していたためか、大学混合にも関わらず、最も盛り上がる企画である。今後、学生企画をより活発化させ、学生達が分野・大学を超えたコミュニティを自発的に形成するような高度な集い力育成に挑戦していきたい。

2.2. 競技課題・イベントスケジュールの工夫

本チャレンジでは、チュートリアルによる教育に加えて、競技課題のルール、イベントスケジュールについて、教育効果が高まるように工夫している。

(1) 競技課題・ルールの工夫

ロボット開発を初めて行う学生達は、「障害物の発見」等の分かりやすい機能から取り組みがちである。教育なしには、ロボットの直進や回転を正確に実施することの大切さには、しばらく気付かない。また気付いても、センサやモータの性能が悪いということを主張することは多々ある。こうした問題を解決するために、チュートリアルにおいて直進に必要な理論を教えることも重要であるが、競技中の課題に直進や回転の問題を入れることで、重要さを気付かせ、そこから取り組むように、課題を作成している。飛行船に関しては、2005年の第2回からコンパルソリ競技として実施し、現在、開発対象が掃除機に変わってからも継続して実施している。運営側にも開発対象の知識が十分に蓄積したことから、8年目からは主要競技である航行競技、その後の掃除機のスマートロボット競技においても、正確な飛行を競技中に盛り込み、採点している。以上から、この採点方式は、制御工学への動機付けを高めるとともに、先に述べた工学の基礎的なプロセスに対し重要な役割を果たす。

2012年度に開発対象が自動掃除機ロボットへ変わり、知能化・機械学習を明示的に盛り込んだ。また、以前よりもソフトウェア開発の難しさが際立つようになり、ソフトウェア工学の重要さが分かりやすい課題となった。

(2) イベントスケジュールの工夫

最初の8年間は、モデル駆動開発をテーマとしていたため、4～5月に講習会を開催し、8月に対空審査の実施、9月にモデルの提出、10月に競技というスタイルを取っていた。対空審査を8月に置くことで、開発の中弛みを防ぐ効果を狙っていたが、8月までに対空審査に備えて最低限のことを実施し、その後が本格スタートというチームが多かったようである。

2011年からは、競技を8月に実施し、10月は競技よりも、成果発表を重視することにした。モデルに限定せず、工夫した点を発表する形式に切り替えた。2ヶ月間、研究成果をまとめる期間を置くことで、十分に発表する時間を設けるようにした。音声認識で動作する飛行船、AR マーカや IR マーカを床に引き詰め位置の認識や飛行方法を決定する方法、チューニング専用のツール開発、モデル駆動開発の頃から引き続き行われているアスペクト指向モデリング等のモデルの工夫、アジャイ

ル開発等、様々な研究成果が発表されるようになった。

2.3. 卒業生の座談会

7月31日に開催された卒業生座談会には、11人の卒業生が参加し、第1回～9回までの各回全てが勢ぞろいした。参加者は組込みシステム開発の研究・開発に第一線で活躍している。

組込みシステムの状況はこの10年で大きく変化した。10年前はiPhoneは存在せず、ワンセグもなく、TVはアナログ放送であった。また教育の面においても、LEGO Mindstorm が EV3 へと進化し、我々が利用している KOBUKI や iRobot Create 等の家電製品を模した教材、Ardino 等の電気電子に関する知識をうまく隠蔽した教材が出た。従って、社会的に求められる人材、教育方法も大きく変化しつつある。このような時代に何を教えるべきかについて常に悩まされる。こうした悩みを議論しながら、本チャレンジは運営してきたこともあり、卒業生の座談会は貴重な場であった。

卒業生から、分業が進んだ時代だからこそ、ロボットチャレンジで得たトータルな開発経験の学びは大きいという意見が出された。入社してからは限られた時間で、効率よく業務と直結した内容を学ぶため、開発全体における自己の仕事の位置付けや意義を把握することは難しいということである。運営側は、この言葉に大いに励まされた。トータルという意味も時代によって変化していくが、こうした機会を継続して持つことで、より適切な教育へ進化させていきたい。

尚、全てのチャレンジャーから、当時は難しくて暗中模索の中、日々苦しかったが、楽しかったという意味の発言があった。現役チャレンジャーへの統一したメッセージは、「開発を楽しむ」であった。

3. ESS ロボットチャレンジの経緯

本チャレンジは、自動掃除機ロボットの開発を通し、分野を超えた研究成果を競い、実践的な組込みシステム教育を行うことを目的としている。2004年から2010年までの7年間はMDDロボットチャレンジと称しモデル駆動開発(MDD: Model Driven Development)をテーマとし、2011年度よりESSロボットチャレンジと名称を変更し、より広い分野の人々が、より実践的な研究・教育を行う場となるようにした。尚、2012年まで屋内型小型飛行船を開発対象としてきたが、2013年は、飛行船システムは一部の競技に留まり、主要な開発対象は自動掃除機ロボットとなり[1]、今年度を迎える。

これまで、のべ100以上の大学・企業のチームが参加し、ワークショップでは国内外で活躍する研究者・技術

者が議論を重ねてきた。研究素材として、PBL(Project Base Learning)の課題として、企業、大学、専門学校に大いに貢献してきたといえる。さらに、小型飛行船は、年少者でも興味、好奇心をかき立てることから、マジカルスプーンに代表される中高校生向けの教育、大学紹介と様々な場面で利用され、組込みシステムの紹介に多いにも役立ってきた。

2013 年度より、文部科学省「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク組込みシステム分野連合型 PBL(EnPit-Emb PEARL)」と共催している [2]。PEARL の目標は、図 2 に示すとおりであり、我々の目指すところと同様である。PEARL の教育では、付加価値の高いサイバーフィジカルシステムを構築できる人材の育成に向け、高度な問題解決能力、価値創造力、高度な組込みシステム開発力、デザイン力・人間力を重視した教育を行い、これらを統合した付加価値の高いシステム構築力を有した人材の育成を目的としている。PEARL との連携により充実した様々なイベントが実施可能となり、分野間・大学間の連携に大いに役立っている。

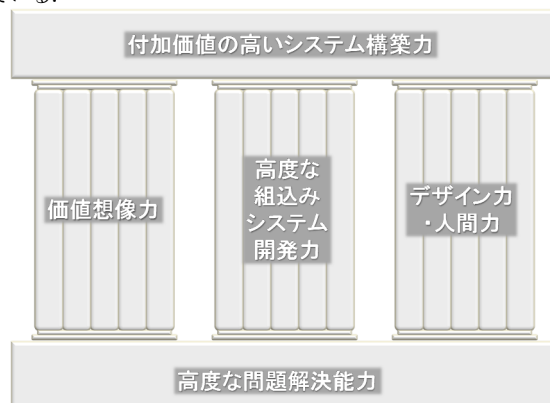


図 2 enPiT-EMB/PEARL の目標

4. イベント概要

ESS ロボットチャレンジに関連したイベントは、図 3 に示すとおり、3 つの日程で実施される。以下に各々のイベント概要について述べる。詳細は ESS ロボットチャレンジのホームページ[3]に記す。

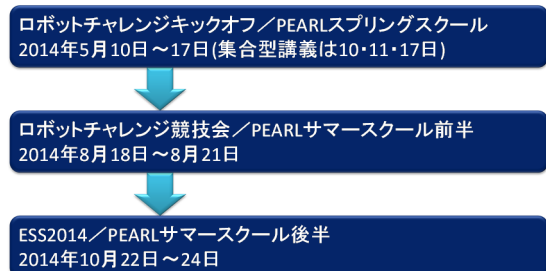


図 3 スケジュール

4.1. キックオフ／スプリングスクール

キックオフは、東海大学高輪キャンパスと九州大学伊都キャンパスの2拠点をRV会議で結んで実施した。

今年度は、集合型講義と分散型実習を組み合わせで行った。集合型講義では、最初の2日間で、動機付けおよび開発に必要な知識の教育を実施し、最後の1日に、チームごとの発表を行った。その間の5日間が分散型実習であり、チーム毎に開発を行った。表1に最初の2日間について示す。「組込みシステムの現状と開発技術の特性」では、組込みシステム開発の概要紹介、「ターゲット紹介」では iRobot システムのプログラミングに必要な環境と命令セットについて、「Scramによるプロジェクトマネジメント」では方法論に加え支援ツールの紹介、システム開発の基礎について、「システム開発方法論」では、モデル駆動開発技術を含むソフトウェアの側面から、「制御プログラム作成のための実験計画」では制御工学の側面から解説した。

5月10日(土)	
9:00- 9:30	オリエンテーション:久住憲嗣(九州大学)
9:30-10:30	組込みシステムの現状と開発技術の特性:久保秋真(チェンジビジョン)
10:50-12:00	ターゲット紹介:細合晋太郎(九州大学)
13:00-15:00	Scrumによるプロジェクトマネジメント:日下部茂・細合晋太郎(九州大学)
15:20-17:00	システム開発方法論(1):久住憲嗣(九州大学)
5月11日(日)	
9:00-12:00	システム開発方法論(2):久住憲嗣(九州大学)
13:00-15:30	制御プログラム作成のための実験計画:三輪昌史(徳島大学)
15:50-17:00	実践力・研究力のためのPBLで養う問題発見・解決力:渡辺晴美(東海大学)

表 1 キックオフ／スプリングスクールプログラム

4.2. ロボットチャレンジ競技会／サマースクール前半

8 月に開催した本企画について表 2 示し、下記で説明する。

(1) 3つの講演とグループ討論

今年度のテーマは、「競技の開発経験をいかに研究に活かすか?」であり、本チャレンジを発足した二上貴夫氏の10周年記念講演、ソフトウェアの側面から岸知二氏、制御工学の側面から奥川雅之氏の2つの基調講演を通し、研究の動機付けから具象化までについてお話いただいた。

二上氏は、2004年当時、PBLもロボットコンテストも普

及していない中、情報系学会では初の試みであるロボットコンテストを開催し現在まで継続できた経緯について、社会的背景に基づき語られた。学生に向けて、誰もやったことのないことへチャレンジする精神について語られた。その中で、学生の頃より、仲間を募り、やりたいことを実現することで行動力を養ったことを紹介した。さらに、教員側に対し、ロボットチャレンジの精神である開かれた教育・技術移転の重要性について話された。

岸氏は、最初に論文とは何かについて説明し、アイデアを論文へと実現化するためには、熟成期間が必要であり、論文執筆では論点を一つに絞ることが重要であることを述べられた。熟成期間については、徹夜等の集中期間では補えないと語られた。論点については、執筆者にとって論文に至るまでに一番苦労した点、プログラミング等について記してしまいがちであるが、本来主張すべき点とは一致しないことを強調された。

奥川氏は、ソフトウェア分野との境界であるインタラクションデザインをテーマとされ、ユーザとロボットサービスをどのように結びつけていくかということ、イベントガイドから災害救助にいたるまで、様々な具体事例を示された。ロボットが提供するサービスは、個人利用の介護ロボット等、ロボット操作を熟知することのない個人向けから、訓練を受けた利用者が操作する災害対応等、様々な種類があり、利用者の熟練度に応じてデザインは変わること、また、モータ等の能動的な動力を用いない受動歩行を例に、必ずしも解決策は技術に依存しないことを示された。これらの事例を踏まえ達成すべき問題に対し、本質的な解決方法を考えることの重要性、また、その結果、シンプルな解決策が見つかるはずであるということを語られた。

グループ討論では、以上の3つの講演をもとに、競技のチーム単位で、これまでの開発で学んできたことを研究へと結びつくように議論し発表会を実施した。競技後の議論は、開発時のスケジュール管理等の運営面やプログラミング等の技術不足ばかりに議論が集中してしまいがちである。そうした問題を防ぐために、議論には、教員が加わり、各々の分野からアドバイスをを行った。競技が終了したばかりで、岸先生が述べられていた熟成期間を経っていないこと、チームごとに分野が異なり知識が共有できていないこと等から、学生達には若干消化不良が見られた。

(2) スマートモバイルロボット競技会

本競技は、掃除機ロボットを用いた競技であり、「コンパルソリ部門」、「ベーシック部門」、「アドバンス部門」の3部門が行なわれる。サマースクールでは、コンパルソリ

部門とベーシック部門を実施した。

・コンパルソリ部門：

本部門は、ESS ロボットチャレンジに参加する全チームが取り組む。掃除機ロボットを自律行動させるために必要な基礎技術を競う内容である。直進の正確さ、回転の正確さを競う基本動作、ドッキングステーションへの帰還という単純な複合動作について競う。

8月18日(月)	
8:00-12:50	リハーサル(1)
12:50-13:30	オープニング：紫合治(東京電機大学)
13:00-14:40	スマートモバイルロボット競技・コンパルソリ部門
15:00-18:00	リハーサル(2)
8月19日(火)	
8:00-9:30	リハーサル(3)
9:30-13:00	スマートモバイルロボット競技・ベーシック部門
14:30-16:30	ESSロボットチャレンジ10周年： 二上貴夫(東陽テクニカ)・渡辺晴美(東海大学)
16:30-17:00	競技会成果発表・講評
8月20日(水)	
9:45-10:00	オープニング：福田晃(九州大学)
10:00-11:30	基調講演1：アイデアと論文のすきま：岸知二(早稲田大学)
11:30-14:30	ワークショップ1(講義を踏まえたチーム内討議)
15:00-17:00	学生企画セッション
8月21日(木)	
10:00-11:30	基調講演2：機構の特徴を活かしたインタラクションデザイン によるロボット設計：奥川雅之(愛知工業大学)
11:30-14:30	ワークショップ2(講義を踏まえたチーム内討議)
14:45-16:45	チームごとの討議結果発表
16:45-17:00	クロージング 渡辺晴美(東海大学)

表 2 競技会／サマースクールプログラム

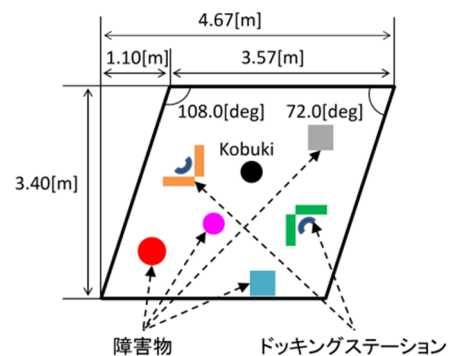


図 4 競技コース

・ベーシック競技

掃除機ロボットの重要な機能である環境地図の作成技術を競う。図4に示す競技コースのとおり、障害物とドッキングステーションが置いてある。本競技では、各々の位置、コース枠の大きさと角度を正確に環境地図に表示すること、最後、ドッキングステーションに入ることを競う。図5にその様子を示す。

(3) 学生企画

学生企画は、各大学の学生代表が TV 会議により連絡を取り合い企画から運営までを一貫して行う。今年度の内容は、昨年に引き続き、あらかじめ学生達で提案したテーマについて議論するグループ討論であり、一つのグループに同じ大学の出身者が固まらないようにし、時間を2部制にし、一人あたり2つのテーマに参加できるよう配慮している。具体的には、コンテストの内容と仕様、先輩・後輩・技術の引き継ぎ、初心者への会、プログラミング言語、プロジェクトマネジメント、自己位置推定の6つである。学生のみで企画していること、同じテーマに励んできたためか、最も盛況な企画である。



図 5 ベーシック部門の様子

4.3. 組込みシステムシンポジウム 2014

本シンポジウムでは下記のイベントを実施する。

(1) デモンストレーション・ポスター

事前に提出してある概要、デモンストレーション、およびポスターを次の観点で総合的に評価する。a) 調査対象のスコープ決めの妥当性、そのスコープの網羅性、b) 問題定義の妥当性、新規性、c) 研究開発プロセス構築の妥当性、信頼性、新規性、d) 評価方法の妥当性、信頼性、e) 問題解決の達成度。

(2) スマートモバイルロボット競技アドバンス部門
アドバンス競技はチャレンジャー提案型の競技であり、チャレンジャーの自由な発想により新たなサービスを創出し、提案サービスのプロトタイプの実行を行う。

本競技では 1 台以上の iRobot Create, 1 機以上の飛行物体(AR-Drone や飛行船など、機種は定めない)、その他を使用してデモを行うこととしている。Create は自律走行するものとし、飛行物体の制御については自律制御でなくとも良く、ラジコンを可としている。本競技は自由参加であり、大学間連携を推奨している。

(3) 分野・地域を超えた実践的情報教育協働ネット

ワーク組込みシステム分野 PBL 成果報告：

先に述べたとおり本年度より、ロボットチャレンジは組込みシステム研究会と enPiT-Emb PEARL と共催で行っている。enPiT-Emb は九州大学が中心となり実施している連合型 PBL(Project Based Learning)と名古屋大学が中心となり実施しているj発展型 OJL(On the Job Learning)からなる。本チャレンジは前者の連合型 PBL に含まれるが、本セッションでは、各々のプロジェクトに参加した学生による成果報告を実施する。

(4) ワークショップ：今後の 10 年

ESS ロボットチャレンジ 10 周年記念企画として、8 月まではこれまでの振り返りを実施した。本シンポジウムでは、若手教員を中心に、他のコンテストで活躍している研究者をお招きし、コンテスト型 PBL の今後の 10 年について議論する。

5. おわりに

本稿では、ESS ロボットチャレンジ 2014 の活動について紹介した。今年度は 11 回目にあたり、10 周年企画を実施している。2 章と 3 章では 10 年を振り返り、本チャレンジの 3 つの貢献、(1) 分野を超えた学びにより視野を広く持つこと、(2) 実践的開発経験により問題発見力・実現力を高めること、(3) コミュニティ形成により、一人では解決が難しい問題を解決していく集い力により、新しい技術を創生できる教育に努めていることについて述べた。4 章では、スプリングスクール、サマースクールの実施結果、および本シンポジウムにおけるイベント内容について紹介した。

11 年目に入り、組込みシステム開発のトータルな学びの場であること、学生に留まらず、教員の学びの場であることも確認した。今後も、より良い教育の提供、共通問題としての成熟を目指し励んでいきたい。

参考文献

- [1] 渡辺晴美, 元木誠, 久住憲嗣, 三輪昌史, 小倉信彦, 久保秋真, 細合晋太郎, 福田浩章, 紫合治: ESS ロボットチャレンジ 2013, 組込みシステムシンポジウム 2013 論文集, 情報処理学会, 2013.
- [2] 久住憲嗣, 細合晋太郎, 渡辺晴美, 元木誠, 小倉信彦, 三輪昌史, 孔維強, 築添明, 鶴林 尚靖, 福田晃: コンテストチャレンジ型組込みシステム開発 PBL カリキュラムの開発, 日本ソフトウェア科学会創設 30 周年記念大会予稿集, 2013.
- [3] ESS ロボットチャレンジ HP
<http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/ess/>