ESS ロボットチャレンジ 2019

大江 信宏[1] 佐藤 未来子[1] 渡辺 晴美[1] 久住 憲嗣[2] 三輪 昌史[3]
松浦 佐江子[4] 菅谷 みどり[4] 久保秋 真[5] 小倉 信彦[6] 元木 誠[7] 大川 猛[1]

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，「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成 enPiT2 組込みシステム分野」と共催している．本企画の目的は，スマートモバイルロボットやマルチコプタ自動飛行システムの開発を通し，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およびサマースクールを実施し，PBL 実践のための各種講義，ローバー競技，マルチコプタ競技，成果報告会を開催した．本シンポジウムでは，これまでの結果を踏まえ，ポスター発表を行う．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 2019

Nobuhiro Ohe[1] Mikiko Sato[1] Harumi Watanabe[1] Kenji Hisazumi[2] Masafumi Miwa[3]
Saeko Matsuura[4] Midori Sugaya[4] Shin Kuboaki[5] Nobuhiko Ogura[6] Makoto Motoki[7] Takeshi Ohkawa[1]

ESS Robot Challenge is a special event of ESS and held under the sponsorship by enPiT2 Embedded system part. The aim of the event is to provide an open case study for practical research and education for embedded system based on the development contest of smart mobile robot or autonomous multi-copter system. On the spring school and the summer school, we carried out tutorials, a robot contest, a multi-copter contest, and a workshops. In the symposium, the event gives a poster session. 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，組込みシステムシンポジウムの特別企画として開催するロボットコンテストである．シンポジウム名が組込みソフトウェアシンポジウムであった頃から継続して実施しており 2019 年度で 16 回目である[1].

11 回目の 2014 年度に過去 10 年（10 回）を振り返るイベントを実施[1], 2015 年度は未来を考えるために「スマートロボットの実現に向けて～ソフトウェア・ハードウェアの課題を探る～」と題したパネルディスカッションを実施し，学会で開催することの意義が，単なるものづくりに留まらず，若手の研究者および技術者の育成，さらに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ことを確認した[3]. また，文献[4]にもあるように，本チャレンジは，コンテスト型 PBL(Project Based Learning)であり， (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，に貢献してきたといえる.

本チャレンジは，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[5]. さらに 2017 年度から，文部科学省「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT2)」と協力して実施し，学部生向け教育との連携を図っている[6]. 本連携により，充実した教育環境の提供が可能となり，ロボットチャレンジの成果を研究と結びつけること，大学を超えた学生間の連携を深めることが容易になった．コンテストに先立ち実施するスプリングスクール，サマースクールでは，ロボット開発に必要な知識に加え，学生間で集う場を提供することで，学生間の連携を深めている．

また，本チャレンジは 2011 年度までは小型屋内用

1 東海大学
2 九州大学
3 徳島大学
4 芝浦工業大学
5 チェンジビジョン
6 東京都市大学
7 関東学院大学

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan

飛行船，2012 年からは掃除機ロボットを対象としてきたが，2016 年度は飛行ドローンを対象としたマルチコプタ競技を加えた．2017 年からは掃除機ロボットを発展させ，自動運転を目指したローバー競技を加えている．本年度のローバー競技では同じ機材を用いつつ，コンパルソリ課題，自動運転課題の内容を少し見直し，コンパルソリ課題の要素が自動運転課題でより生かされるように課題設定している．また，マルチコプタ競技については，市販の室内用小型自律航空機（ドローン）を新たに選定し，ローバー競技同様に，コンパルソリ課題を通して基本技術を段階的に学び，自動飛行課題に取り組めるようにしている．さらに本年度は，いずれの競技においても，ロボットのプログラム開発だけではなく，これらの課題に対する要求仕様の明確化，要求仕様に基づくモジュール設計の提示を重視し，PBL において設計を意識して実践できるよう，講義および PBL 演習を実施した．

以下，2 章では本年度のスプリングスクール，サマースクールの概要，3 章では ESS ロボットチャレンジ 2019 の競技ルールについて紹介し，4 章でまとめとする．

2. 事前教育

ESS ロボットチャレンジの事前教育として，enPiT-Emb と共同で事前教育としてスプリングスクールおよびサマースクールを実施している．本節ではこれらについて説明する．

2.1. スプリングスクール

スプリングスクールでは，PBL 基礎教育として組込みシステムの課題をグループワークで行い，プロジェクトマネジメントを行いつつ，課題を解決していく方法を取る．さらに前提となる基礎知識について講義を行い，その理解のもとに，PBL 課題に取り組むよう，1 週間の授業設計を行っている．本年度の実施スケジュールを表 1 に示す．最初の 2 日間で講義とミニ演習を実施す

表 1 スプリングスクールカリキュラム

日時		enPiT1 カリキュラム（大学院生向け）	enPiT2 カリキュラム（学部生向け）
5/11(土)	09:00-09:10	オープニング 渡辺晴美（東海大学）	
	09:10-10:20	開発プロセスとプロジェクトマネジメント 松浦佐江子（芝浦工業大学）	
	10:30-12:00	ロボットプログラミング入門（Tello 編） 大江信宏（東海大学）	ロボットプログラミング入門（Zumo 編） 佐藤未来子（東海大学）
	12:00-13:00	お昼休み	
	13:00-15:30	ロボット制御基礎 三輪昌史（徳島大学）， 小倉信彦(東京都市大学)	モジュール基礎設計 渡辺晴美（東海大学）
	15:40-17:00	モジュール設計 1 久住憲嗣，谷川郁太（九州大学）	リアルタイムプログラミング 渡辺晴美（東海大学）
	17:30-19:30	情報交換会	
5/12(日)	09:30-12:00	モジュール設計 2 久住憲嗣，谷川郁太（九州大学）	ロボット制御入門 元木 誠（関東学院大学）
	12:00-13:00	お昼休み	
	13:00-13:40	Scrum 演習・PBL の進め方 渡辺晴美（東海大学）	
	15:00-17:10	PBL 演習（Tello 編） 久住憲嗣（九州大学）， 大川 猛（東海大学）	PBL 演習（Zumo 編） 元木 誠（関東学院大学）， 小倉信彦(東京都市大学)
	17:10-17:30	キックオフ＆ラップアップ 久住憲嗣（九州大学）	
5/13(月)～5/17(金)		【チームごとに計画に従い，ミニ分散 PBL を実施】	
5/15(水)	18:00-20:00	進捗報告【発表 5 分，質疑 3 分】	
5/18(土)	10:00-12:00	成果発表会 1【発表 7 分，質疑 3 分】	
	12:00-13:00	お昼休み	
	13:00-15:00	成果発表会 2 【発表 7 分，質疑 3 分】	
	15:00-17:00	学生企画の打ち合わせ	

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan

る．途中のフォローとして 5 月 15 日に中間発表会，最終日の 5 月 18 日には課題発表会を実施し，スプリングスクールで学んだことを実践し，不明なことを明らかにし，理解を深める機会を設けている．

講義と演習では，まずプロジェクトマネジメントについての講義を行い，その後，大学院生向けと学部生向けのパラレルセッションとして実施する．大学院生向けの enPiT1 カリキュラムには，PBL 課題に対応するロボットプログラミング，ロボット制御基礎，モデルベースのモジュール設計を講義する．要求分析からリアルタイムシステム設計までの，比較的高度なソフトウェア設計知識を身につけることを目的としている．学部生向けの enPiT2 カリキュラムには，同様に，PBL 課題に対応するロボットプログラミング，モジュール基礎設計，リアルタイムプログラミング，ロボット制御入門を講義する．これは，ロボットプログラミングにおけるリアルタイムシステムの基礎的な考え方と，DFD を使ったモジュール設計の方法を身につけることを目的とする．

演習題材としては，ESS ロボットチャレンジ競技で用いる機材を使った基本的な課題を扱う．enPiT1 カリキュラムでは，Ryze Technology 社製ドローン“Tello”[1]を本年度から採用した．ドローンの仕様を表 2 に示す．Tello では，それ自身に組込まれているソフトウェアの開発はできないが，制御するためのプログラムインタフェースが公開されており，PC から WiFi 経由でコントロールするプログラムを開発することができ，モデルベースの設計開発に重きを置いた演習が可能である．一方，enPiT2 カリキュラムにおいては，2 年前から採用している Zumo というキャタピラ式ロボットを使用し，Zumo に搭載しているセンサからのデータ入力やモーター制御など，マイコンのプログラムを開発しながら課題演習を実施した．

スプリングスクールで行うミニ分散 PBL では，講義と演習で学んだ知識やスキルについて定着を図るべく，演習よりは少し大きめの課題を与えて小規模な PBL をそれぞれ各大学へ持ち帰って実施する．本年度のミニ分散 PBL 課題を図 1，2 に示す．これらの課題に対して要求仕様を明らかにし，要求仕様に基づくモジュール設計を提示することを課題に含めた．これにより，設計を明確に示すことを重視し，その大切さを意識させた．

また，スプリングスクール 2 日目の PBL 演習では，スプリングスクールに参加した各大学の学生をシャッフルして，異なる大学の学生同士でチームを組み，ミニ分散 PBL の課題に取り組ませる時間を新たに設けた．これにより，大学へ戻って実際のチームで PBL 課題に取

表 2 ドローンの仕様

メーカー	Ryze Technology
重量	80 g (プロペラ，バッテリ含む)
サイズ	98 x 92.5 x 41 mm
プロペラ	3 inches × 4
搭載機能	高度計，気圧計，LED，ビジョンシステム(720P)，2.4 GHz 802.11 nWiFi
最大飛行時間	13 分

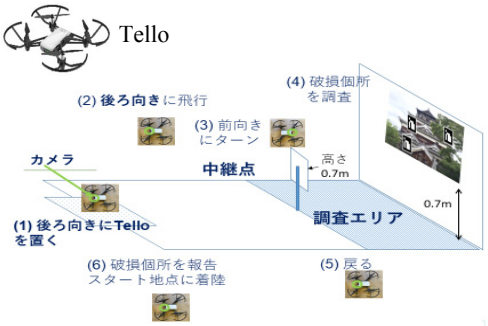


図 1 enPiT1 のミニ分散 PBL 課題
（Tello の飛行コース）

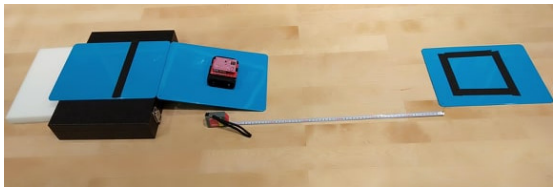


図 2 enPiT2 のミニ分散 PBL 課題
（Zumo ロボットと走行コース）

などを具体的に話合うように指導した．チームメンバを分散させたことにより，所属大学のチームごとに多様な情報を持ち帰ることができるだけでなく，短い時間ではあるが異なる大学の学生間で密に交流できる貴重な場り組む際に，Scrum 開発をよりイメージしやすいようにした．本演習では，Scrum の最初で実施するアイテム出し（課題から要求項目を出し合う作業），そのアイテム実現のためにはどのような作業やモジュールが必要か，などを具体的に話合うように指導した．チームメンバを分散させたことにより，所属大学のチームごとに多様な情報を持ち帰ることができるだけでなく，短い時間ではあるが異なる大学の学生間で密に交流できる貴重な場とすることができた．

中間報告会，成果報告会では，講義と演習で学んだ

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan

内容がどの程度実際の課題で運用できているかを発表させるようにした．具体的には，計測を十分行い，モジュール設計の結果を発表させた．またプロジェクトマネジメントができているかを示すために，計画を表すプロダクトバックログと進捗を表すスプリントバックログを元に発表させた．また，実際に記述したモデルとソースコードに基づいて，設計や実装の善し悪しを議論できるようにした．さらに，振り返りをKPTの枠組みで発表させた．

全体の約半数の学生がスプリングスクールでの講義・演習内容に興味を持ち，より深く学びたいと感じており，ESS ロボットチャレンジにつながるプレセミナーとしての役割を果たす内容であったと考える．

2.2. サマースクール

本年度のサマースクールの実施スケジュールを表 3 サマースクールカリキュラムに示す．

サマースクールは，スプリングスクールの内容を引き継ぎ，各チームで実施してきた開発経験を振り返り，研究にどのように結びつけていくかということを目的として実施している．本年度は1日目に競技会を実施し，2日目に少し高度な講義と学生ディスカッションを行う．講義では，東海大学の大川猛先生，芝浦工業大学の菅谷みどり先生により，ロボットを用いた応用課題などについてご講演をいただき，スプリングスクールおよびサマースクールで実践してきた基礎技術がどのように生かされるのかを学ぶ機会とする．また，成果報告会では，現在までのPBLについて参加学生に振り返りを行わせ，今後の活動の糧とする．最後には，スプリングスクール以降，学生主体で計画してきた学生企画を実施する．

3. 競技ルール

ESS ロボットチャレンジ 2019 では，キャタピラ式ロボットを用いたローバー競技，および，飛行ドローンを用いたマルチコプタ競技の 2 競技で構成される．参加者はいずれかの競技，または両方の競技を選択できる．

3.1. ローバー競技

ローバー競技はZumoを用いた競技である．競技に参加するすべてのチームは，

- コンパルソリ課題
- 自動運転課題
- ポスター発表

に取り組む必要がある．

3.1.1. コンパルソリ課題

概要: コンパルソリ課題では規定の時間内にあらかじめ与えられた課題を 1 台の同一の走行体を使用して，できる限り遂行する．各コンパルソリ課題の評価の最高点の合計点をコンパルソリの評点とする．なお，課題ごとに独立したフィールドを設置することとする．

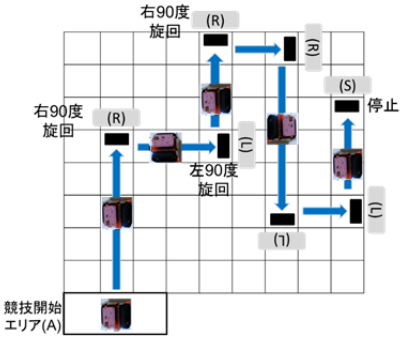
課題実施手順: 課題は以下の手順を実施することとする．

1) 審判員が競技スタートを宣言し，タイマーがスタートする．
2) 競技者はいずれかの課題を選択して準備を行い，準備ができたところで準備完了を宣言する．

表 3 サマースクールカリキュラム

日時		実施内容	
8/22(木)	09:00-12:00	競技準備 (各チーム練習調整，コース設置)	
	12:30-1240	オープニング	
	12:40-15:10	ローバー競技 (コンパルソリ，自動運転課題)	審査委員：久住憲嗣(九州大学)，三輪昌史(徳島大学)，元木誠(関東学院大学)，小倉信彦(東京都市大学)，大江信宏，大川猛(東海大学)
	15:30-16:30	マルチコプタ競技 (位置計測，ホバリング，自動飛行課題)	
	16:30-16:40	競技総評	
	17:00-19:00	ポスター発表・情報交換会	
8/23(金)	09:30-10:40	基調講演 1	
	10:50-12:00	基調講演 2	
	13:30-14:40	成果報告会	
	14:40-15:00	クロージング	
	15:20-17:00	学生企画	

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan



図B-3　フィールド(B-3)のイメージ
各格子の幅は、各線の中心間距離で10cm、線幅は8mm

図 3 ローバー競技のコンパルソリ応用課題の例

3) 審判員が必要に応じて指示を与え，競技者はそれに従ってロボットの動きを開始し，課題を遂行する．
4) ①競技者は課題終了時に審判に終了した旨宣言する．②やり直しをする場合には，手順 2) へ戻る．
5) 審判による評価終了後，手順 2) へ戻り，他の課題を選択して競技を続行する．

課題：基本課題，応用課題の合計8課題中から課題を選択し，競技を実施する．基本課題よりも応用課題のほうが，難易度が高くなっている．難易度に応じて点数が異なるため，競技時間内に高得点を得られるように選択すること．基本課題，応用課題とも，複数のセンサ活用による走行制御・位置把握・バーコード認識，カメラによるARマーカー認識，無線通信などの要素技術と，それらの並行処理技術を必要とする課題である．応用課題は，基本課題をベースに，複雑度を上げ，難易度を上げている．自動運転課題に取り組むために必要な要素技術を段階的に学ぶことができるように設計している．

図 3 にローバー競技のコンパルソリ応用課題の例を示す．図 3 はラインセンサの応用課題であり，コース上に置かれたARマーカーの指示に従って走行方向を決める．本課題では，自動走行しながらラインセンサにより格子の黒線の本数を計測し，位置を把握する．所々に道標に当たるARマーカーを置くが，その置く位置は競技開始時に指定される．フィールド内のARマーカーの位置を検出できるように，太い黒線が引かれている．したがって，本課題は二種類の黒線を判別しながらARマーカーを認識するという複合的な問題となっている．

3.1.2. 自動運転課題

概要：自動運転車課題では，自律走行する車と見立てたZumoを，街や郊外を模したフィールド内に置かれた標識（AR マーカ）や，フィールド上の位置情報（グリッド線やARマーカ）を頼りに，目的地まで道路をはみ出さないように走行させる．荷物を配送している状況を想定し，できる限り時間をかけずに目的地へ向かうことを目標とする．荷物配送中の経路を事務所で管理することを想定し，走行位置を適時事務所へ通知して，事務所に設置されているPC上に表示させることにより，ロボットの走行状況を把握できるシステムを目指す．競技では，フィールド走行時の網羅率と速さを競い，規定のスタート地点から走行を開始し 5 分以内にフィールドを自動走行し目的地(ゴール)まで移動する目的地に到着して停止したことをもって課題終了とする．

実施手順：実施手順は以下の通りである．手順 2)～4)を競技時間に含めることとする．

1) 競技者はセッティングを開始し機体を大会側が指定した場所(スタート場所)に配置する．
2) 競技者は課題実行を審判に宣言する．
3) ロボットが自律的に課題を遂行する．
4) 規定時間終了もしくは目的地での停止により課題終了とする．

競技者が中止を判断した場合には審判に競技中止を宣言した上で対処を行い 1)から再開することができる．その際には内部状態のリセットは行わなくても良いこととするが，必ずスタート場所から再開する必要がある．なおこの時間は競技時間に含むものとする．

フィールドの形状：B0 サイズを 2 枚要する程度の大きさのコースを走行する．コースの概念図は 8 月初旬に公開され，詳細なフィールド地図は競技会の 1 週間前に大会側から競技者に通知する．この地図情報を用いて自動走行して良い．

フィールド内の設置物：コースは IR センサによるライントレースで走行可能である．フィールド内には現在位置の特定のための AR マーカーがいくつか設置されている．また，途中には坂道が設置されている．当日フィールド内に障害物を複数種ランダムに設置する．自動運転の際にはそれを回避しなければならない．障害物に衝突した場合には減点となる．

競技中の画面表示：競技中にはロボットの状態がわかるような画面を，競技時間を通じて表示すること．例えば走行の軌跡，現在位置，動作状況などである．また画面表示には聴衆に見てほしいと思うような参加者が工夫した点を含めて表示すること．また，大会側が準備した外部のプロジェクターに接続して表示すること．さらに競技終了時にロボットが認識した走行の軌跡を画面に表示すること．

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan

3.2. マルチコプタ競技

マルチコプタ競技は Tello を用いた競技である．競技に参加するすべてのチームは，

- コンパルソリ課題
- 自動運転課題
- ポスター発表

に取り組む必要がある．

Tello のほかに使用する機材は，次のとおりとする．

- コンパニオン PC： Tello をルータとして，WiFi 接続して Tello をコントロールする PC
- 基地局 PC（またはサーバ）： コンパニオン PC とネットワークで接続され，コンパニオン PC に対する飛行指示やコンパニオン PC から画像データを受信して，画面に表示する．

3.2.1. コンパルソリ課題

コンパルソリでは，次の計測や制御ができることが課題である．

- 位置計測
- 位置制御（高度，縦，横）
- 写真撮影

基礎，応用それぞれ 3 つの課題から1題以上選択して，課題に取り組むこと．所定の時間内に，選択した課題を実行してその出来栄えを評価ポイントに従い，評価する．同じ課題をやり直した場合は，その課題で得た最高点を評価点とする．

基礎課題では，コンパニオン PC でのプログラムの起動により，「離陸（1m）→直進（3m）→ホバリング(5 秒)→後進(3m)→着陸」の直列シーケンス，AR マーカー画像を認識することで飛行を変える条件分岐シーケンス，さらに AR マーカー座標を用いて正面位置で写真を撮影する位置制御を自動で行う，の3つの課題を設定している．応用課題は，基礎課題より高度な精密位置決めとして，AR マーカーからの距離を1mと定義した制御を行うこと，壁から一定の距離を保つより精密な位置決めをするための PID 制御による飛行をすること，基地局 PC からコンパニオン PC 経由で Tello にコマンドを送ることによる飛行をすること，の 3 つの課題を設定している．それらの組合せによる複雑度の高い制御を行う．

3.2.2. 自律飛行課題

自律飛行課題は，ドローンを実用面で利用する例として，農業用ハウス内で栽培される様々な果実の育成状況をモニタリングし，遠隔地からも観察できることを想定した課題を設定する．本課題の飛行コースイメージを図4に示す． 課題をクリアするために，①ドローンがプログラムにより自律的に動作すること．②観察すべき箇所や回る順序は複数コースがあり，動的に判断する必要があること．③果実のなる場所には，高低差があるため，その場所に行ってから撮影する高さをその場所に応じて判断する必要がある．④育成状況の判断ができる写真を正確に，鮮明に撮影すること．⑤農業用ハウス内の障害物に衝突しないように飛行すること．⑥写真は遠隔地からも見ることができるようにクラウドサービス（競技では PC）にアップすること． そして，これらの制御に必要な動的な判断のための標識として，進行方向または，左右方向にARマーカーが貼ってあり，その指示に従うことが求められる課題である．このように，あらかじめ規定した動作と AR マーカーによる指示に基づく動作の変更，精密位置決め制御による飛行継続と正確な撮影場所の確定などの評価を行い，すばやく戻ってくるスピードも評価する．

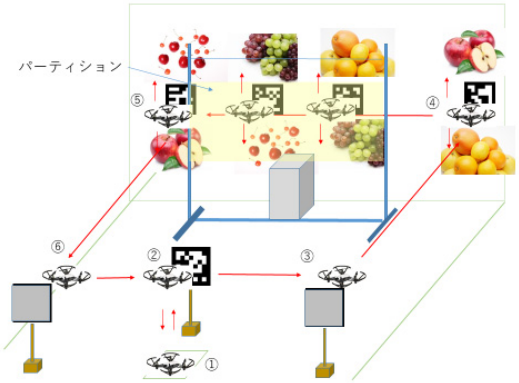


図 4 Tello 飛行コースイメージ図

4. おわりに

本稿では，ESS ロボットチャレンジ 2019 について，事前教育のスプリングスクール，および，競技とそれを受けてのサマースクールについて紹介した．スプリングスクールでは，ロボット開発に必要な知識を教育し，サマースクールでは，本ロボットチャレンジの競技会を実施するとともに，発展的な技術を学ぶ機会を提供した．特に本年度は，課題達成に向けたロボットのプログラム開発だけではなく，課題に対する要求仕様の明確化，要求仕様に基づくモジュール設計を提示することを課題とし，モジュール設計が PBL において実践されるよう，講義および PBL 演習を実施した．

また，スプリングスクールとサマースクールを通し，分野・領域が異なる様々な大学・分野の学生達に，共通の知識および問題意識を持たせることができた．特に，

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan

サマースクールでは，その共通意識を備えつつ，国内の代表的な研究者研究の講演を通し，研究へ取り組む姿勢が感じ取れるようなカリキュラムとした．その成果は，サマースクールの学生企画の内容，学生の反応から伺うことができ，学生達にとって研究に取り組む姿勢に対して刺激になったと感じている．本シンポジウムのポスターセッション等でその成果が発揮されることであろう．

今後は，高等教育機関に対するPBL教材や教員の育成プログラムの提供など，国内学会として役割を担っていくとともに，本チャレンジから学会開催に相応しい新しい技術が創出されることを期待したい．

参考文献

[1] ESS ロボットチャレンジ 2019 ホームページ, http://www.roboemb.jp/document/essrc2019/ (2019.7.24).

[2] 渡辺晴美，久住憲嗣，三輪昌史，元木 誠，小倉信彦，久保秋 真，細合晋太郎，菅谷みどり，紫合 治: ESS ロボットチャレンジ 2014，組込みシステムシンポジウム 2014，組込みシステムシンポジウム 2014 論文集, pp.134-139, 2014.

[3] 渡辺晴美，久住憲嗣，三輪昌史，元木 誠，小倉信彦，久保秋 真，細合晋太郎，菅谷みどり，紫合 治: ESS ロボットチャレンジ 2015，組込みシステムシンポジウム 2015，組込みシステムシンポジウム 2015 論文集, pp.112-116, 2015.

[4] 渡辺晴美，三輪昌史，元木 誠，小倉信彦，久保秋 真，細合晋太郎，菅谷みどり，久住憲嗣: 学会実施のコンテスト型 PBL による組込みシステム教育，日本工学教育協会工学教育，Vol.64, No.3, pp.41--46, 2016.

[5] enPiT-Emb/PEARL ホームページ, http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/project/pearl (2019.7.24).

[6] enPiT2 ホームページ, http://emb.enpit.jp/enpit2/ (2019.7.24).

[7] Ryze Tech Tello ホームページ, https://www.ryzerobotics.com (2019.7.25).

[8] Harumi Watanabe, Mikiko Sato, Masafumi Miwa, Makoto Imamura, Shintaro Hosoai, Nobuhiko Ogura, Hiroyuki Nakamura, Kenji Hisazumi: Assessment Map for Multidisciplinary Abilities for IoT System Development Education based on a Robot Contest, Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE 2018), pp.995-1000, 2018.

ⓒ 2019 Information Processing Society of Japan