

# ET ロボコン 2020 参加報告

山口 広行<sup>†</sup>

## Participation Report for Embedded Technology Software Design Robot Contest 2020

Hiroyuki YAMAGUCHI<sup>†</sup>

### ABSTRACT

We have participated in Embedded Technology Software Design Robot Contest (ET Robocon) from 2008. In this report, an overview and our participation result of ET Robocon 2020 are reported. Under the influence of the COVID-19, all events of ET Robocon 2020 were held online due to the introduction of simulators. Since we have developed the high-quality robot control software, we achieved a goal of development in ET Robocon. We also confirmed that our methods of the software development is effective.

**Key Words :** *embedded technology, software development, engineering education*

**キーワード:** 組込み技術, ソフトウェア開発, 工学教育

### 1. はじめに

IoT (Internet of Things) の進展もあり、自動車や家電製品等に、コンピュータシステム (組込みシステム) を利用することが一般的になり、その用途も拡大を続けている。それに伴い、組込みシステムで動作するソフトウェア (組込みソフトウェア) の品質向上と、技術者の育成が課題となっている。そこで当研究室では、組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマにした、ETソフトウェアデザインロボットコンテスト (以下、ETロボコン) <sup>1)</sup> に着目し、2008年より卒業研究の一環として毎年参加している。

本報告では、ETロボコンの特徴とコロナ禍への対応を含めた2020大会の概要、そして当研究室の取り組みと参加結果について紹介する。

### 2. ETロボコンの特徴

ETロボコンは (一社) 組込みシステム技術協会 (JASA) が主催する、ソフトウェアの開発技術を競うコンテストである。例年、参加チームの半数あまりが企業チームと、産学の垣根を越えて開催される点がETロボコンの大きな特徴の一つである。2002年からの参加者は累計4095チーム22,700名にのぼり、2019年には社会の情報化促進への貢献が認められ、経済産業大臣賞を受賞している。

もう一つの大きな特徴は、全チームが走行体と呼ばれる同じハードウェア (ロボット) を用いる点である。ETロボコンの走行体はレゴ社の

---

令和2年12月7日受付

<sup>†</sup> 工学部システム情報工学科・准教授

マインドストームが用いられるが、組み立て方法は全て指定されており、大会では走行体の検査（車検）も行われる。これによりハードウェアの条件を同一にし、走行体を制御するソフトウェアのみを競うというコンテストの趣旨を実現している。図1が、ETロボコン2020で用いられた走行体である。



図1 ETロボコン2020の走行体

### 3. ETロボコン2020の概要

#### 3.1 コロナ禍への対応

表1は、ETロボコンの主なイベントの日程を、例年と2020年で比較したものである。コロナ禍により、例年3月に開催される実施説明会が多くの地区で中止になったが、全イベントをオンラインで実施することに切り替え、全国大会は例年通り11月に開催された。

例年は地区大会の前に大会の会場とコースを利用できる試走会が各地区で開催される。そして地区大会や全国大会では、参加者が一堂に会して競技会やワークショップが開催される。このような試走会や競技会も2020年は、図2に示すシミュレータを用いてオンラインで開催されることとなった。実際のコースを模擬したシミュレータ環境の中で、作成したソフトウェアを搭載した走行体を走行させることで、オンラインでの競技会を実現させたのである。

シミュレータ環境の提供だけでも特筆すべきことであるが、技術教育では教材だけでなく、学習用の動画も用意された。またオンライン相談会の実施やコミュニケーションの促進にSlackを活用するなど、コロナ禍においても大会実現に向けて尽力された実行委員の熱意と努力に、最大の敬意を表したい。

#### 3.2 競技概要

ETロボコン2020は、システム開発の体験を目的としたエントリークラス、モデリング（分析・設計）をシステム開発に適用することを目的としたプライマリクラス、高度な課題をモデ

表1 ETロボコンの主なイベント日程

イベント	例年	2020年
実施説明会	3月	中止・オンライン
参加申込み	3-4月	延期(6月)
技術教育1,2	5-6月	7-8月
試走会	7-9月	9-10月
地区大会	9月	なし
全国大会	11月	11月

\*2020年は全イベントをオンラインで実施



図2 ETロボコンのシミュレータ

リングを駆使したシステム開発で解決することを目的としたアドバンストクラスの3クラス制で開催された。各クラスの成績は、ソフトウェアをどのように分析・設計したかを評価するモデル部門と、コース上を走行させてタイムを競う競技部門があり、両者を勘案して総合順位が決定される。モデルと競技の両部門を通して、ソフトウェア開発の全工程が審査される点も、他のコンテストにはない特徴となっている。

競技用の走行体とコースは、図1と図3のように全クラス共通となっている。コースは約12畳分の大きさで、その中に黒線で描かれた2種類のコース（RコースとLコース）が用意されている。競技結果は、スタートからゴールまでの走行に要した時間（走行タイム）から、コース上の課題をクリアすることで獲得できるボーナスタイムを減算した結果（リザルトタイム）により決定される。クラスによって異なるのは、ボーナスタイムを獲得するための課題の難易度となる。

2018年までは両コースのリザルトタイムの合計で競技順位を決定していたが、2019年からはベストタイムで順位を決定する方法にルールが変更された。また図3からも分かる通り、コースが左右対称に近い形で設計された点も、2019年からの大きな変更であった。

#### 4. 当研究室の取り組みと参加結果

当研究室では、学生の技術力と課題解決力の向上を目的に、卒業研究の一環として2008年よりETロボコンに参加している。ETロボコンの走行競技では各コースの走行は1回のみのため、上位を目指すには制御ソフトウェアの信頼性を高める必要がある。信頼性の向上には走行体を用いた実機テストが欠かせないが、手動の実機テストでは大会までの限られた期間において実施できるテスト回数に限界があるため、何らかの工夫が必要となる。そこで当研究室ではテストの効率化とソフトウェアの信頼性向上を目的に、幾つかの開発方針を考案し、それに従った開発を実施してきた<sup>27)</sup>。また開発方針の有効性も大会の競技結果として示してきた。

2015年から2019年までに引き続き、2020年も当初はアドバンストクラスに4名の学生で申し込んだが、コロナ禍の影響とシミュレータの提供時期が予測できなかったことから、エントリークラスに変更して参加することにした。また参加クラスの変更に伴い、アドバンストクラスで画像処理システムを担当予定だった学生を除き、

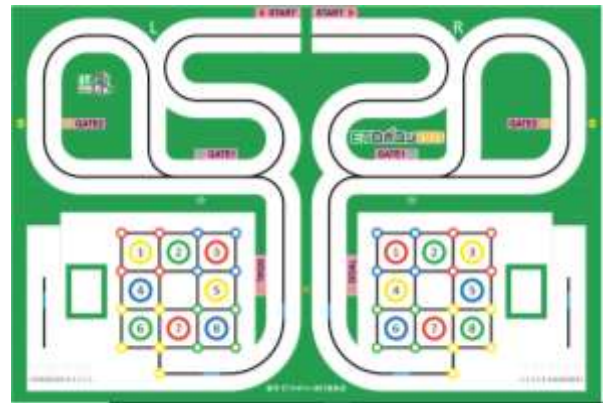


図3 ET ロボコン 2020のコース図

走行体の制御システム担当の2名の学生でETロボコンに参加することとした。

卒業研究は4月から開始したが、4月は緊急事態宣言による大学の休業期間もあったため、実機を動作させるための開発環境の構築まで行った。5月には暫定版の競技ルール（競技規約）が公開されたが未定の箇所も多かったため、前述の開発方針を学ぶための実機演習を、競技規約や技術教育の教材、シミュレータが提供される7月まで繰り返した。

7月からは、提供されたシミュレータの環境構築と技術教育1の教材学習を並行して進めた。ただし今年参加したエントリークラスは、8月に提供された技術教育2の教材をベースに設計（モデリング）と実装を行う必要があった。そのため大会に向けた本格的な準備は、夏休みを返上して8月より開始した。

##### 4.1 設計モデルの作成

今年参加したエントリークラスでは、技術教育2で提供される設計モデル（以下、提供モデル）を理解し、チームの目的に合わせて変更することが求められた。そこで提供モデルを学習した上で、変更方針の検討を行った。その結果、①ゴールまで早く走行するために提供モデルの「シナリオレース」を活用し、直線とカーブで「シナリオ」を切り替えて（スピードを切り替えて）走行すること、②提供モデルでは走行

の切り替えを「タイマー」で行っていたが、走行スピードに依存しない「距離」や「方位」（進行方向の変化）で行うこと、の2つを変更方針とした。

変更方針に従って作成したモデル図の一部を、図4と図5に示す。図4はシステムの構造を表す「クラス図」である。提供モデルからタイマーなどの不要なクラスを削除し、変更方針②に従って「距離モニター」と「方位モニター」の2つのクラスを追加した。図5はシステムの振る舞いを表す「シーケンス図」である。シーケンス図を用いることで、図4で定義したクラス要素を用いてシステムの振る舞い（動作）を実現できることを確認した。

#### 4.2 走行プログラムの開発

技術教育2では、提供モデルだけでなくモデルに沿って作成されたプログラムも提供された。そこで、提供されたプログラムを作成した設計モデルと一致するように修正した。その動作確認後にコンテストに向けた走行プログラムの作成を8月下旬より開始した。

走行プログラムの作成は、各学生がひとつのコースを担当し、情報交換やレビューを行いながら担当コースの走行プログラムをそれぞれ作成する方法をとった。学生同士が協力して一つのプログラムを作成する方法もあるが、今年は、①1回目の試走会（9/16～9/22）までの期間が短かったこと、②コロナ禍により大学が再度休業する可能性もあったこと、そして③各自のアイデアを尊重したいことから、このような方法でプログラムの作成を進めることとした。その結果、スタートからゴールまでの走行方法は、オリジナリティ溢れるアイデアが多数生まれた。そしてプログラミングとシミュレータでの走行テストを重ねながら、速さと安定性を兼ね備えたプログラムを各コースでそれぞれ完成させた。

予想以上に難易度が高かったのが、図6に示すブロック運びである。ブロック運びは、ボーナスブロックをブロック運びエリアに運搬することで、エリアに描かれた数字分のボーナスタイ

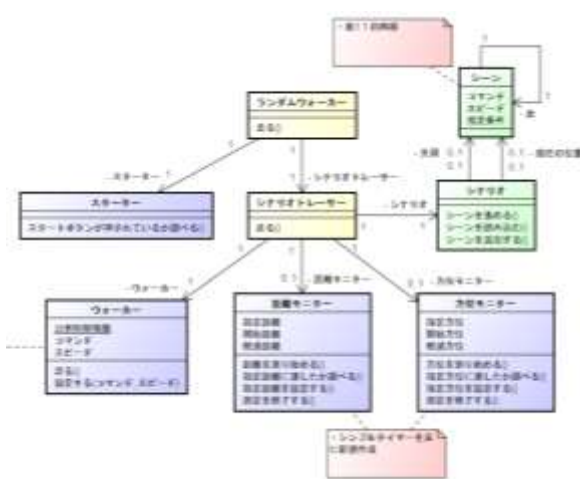


図4 作成したクラス図（システムの構造）



図5 作成したシーケンス図（システムの振る舞い例）



図6 ブロック運びの概要図（Lコースの例）

ムが獲得できるという課題である。直径 6cm のブロックに対して各数字のエリアは横 5cm、縦 15cm と小さいだけでなく、最大数字の 25 まではブロックを 1m 以上運搬する必要がある。運搬開始時の位置や進行方向のわずかな誤差によって、結果が大きく変わるので、高い確率で成功させるには困難を極めた。

進行方向はブロック手前の黒直線を利用すれば誤差は生じないように思えるが、以下の理由により誤差が生じる。走行体は幅 2cm の黒線の中央ではなく端に沿ってライントレースするが、ブロックは黒線の中央を延長した位置に置かれるため、走行体の左右中心とブロックの中心は一致しない。そのため走行体はブロックをつかむ時に進行方向がズレてしまう（誤差が生じる）ことがあった。この問題は、黒線の中央により近い位置をライントレースさせることによって解決できた。

開始位置の誤差をどのように解消するか（どの位置を基準にするか）は試行錯誤を繰り返した。①ゴール地点の直線、②ボーナスブロック手前の直線（青線と黒線の境界）、③ボーナスブロックの置き場（黄色の円）を試した結果、②の場合が最も成功率が高かったため、その位置を運搬動作開始の基準点にすることとした。

#### 4.3 大会の結果と今後の課題

表 1 で示した通り、今年は地区大会を開催せずに全国大会のみをオンラインで開催することになった。全国大会の出場チームは、事前に提出したモデル図とプログラム（シミュレータ上で動作する実行ファイル）を実行委員側で審査する方法で選出された。

表 2 は、事前に提出したプログラムによる、当研究室のチーム「ヒット＆ラン」の走行競技審査結果である。ベストタイムとなった R コースは、想定通りの走行で開発目標としていた 10 秒未満のリザルトタイムを見事に達成した。L コースは、ブロックをつかむ時に進行方向がわずかにずれブロック運びには失敗したが、それ以外は想定通りに走行した。また設計モデルも最も

表2 ETロボコン2020の走行競技審査結果

	タイム（秒）		
	走行	ボーナス	リザルト
Rコース	37.1	29(*1)	8.1
Lコース	37.7	4(*2)	33.7

獲得したボーナスタイムの内訳

(\*1) 中間ゲート1.2（各2秒）、ブロック運び（25秒）

(\*2) 中間ゲート1.2（各2秒）

評価の高い「A」評価を獲得したが、残念ながら全国大会の出場は逃してしまった。

昨年までは試走会の段階から全国ランキングが公開されたが、今年は公開されなかったため、出場を逃した理由は 11 月 22 日に開催された全国大会（チャンピオンシップ大会）まで分からなかった。エントリークラスで全国大会に出場した 7 チームは、全国大会においても走行タイムが 30 秒未満であった。このタイム差が、全国大会出場を逃した理由と考えられる。

走行タイムの短縮は、他のクラスでも顕著であった。これは今年から導入されたシミュレータの効果と考えられる。昨年までは競技コースを用意できるチーム以外は、試走会の場でしか走行テストを行えなかったが、シミュレータの導入により全チームが容易に走行テストを実施できるようになった。このことが走行タイムが短縮した大きな理由と考えられる。当研究室では、これまで走行タイムの短縮よりも課題（ボーナスタイムの獲得）に重点を置いてきたが、今後は走行タイムの短縮も十分に検討する必要があると考えている。

#### 5. おわりに

組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとした ET ロボコンの概要と当研究室の取り組みを紹介した。コロナ禍において全イベントがオンライン開催となったが、シミュレータの導入などにより全国大会を含めた全イベントが無事に終了した。

当研究室も、これまでに培った組込みソフト



ウェアの開発方針を踏まえて、設計モデルと走行プログラムを開発した。その結果、全国大会の出場は逃したものの、両部門とも事前に定めた開発目標を達成した。今後も学生の技術力と課題解決力の向上という目的を見失うことなく、ETロボコンへの参加を続ける予定である。

## 謝 辞

ETロボコンへの参加は、当学科の多大なる支援による。またETロボコンで得られた成果は学生の多大なる努力による。

## 参考文献

- 1) ETロボコン公式ホームページ：<https://www.etrobo.jp/>  
＜2020年12月1日アクセス＞
- 2) 山口広行：ETロボコン 2008 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 28, pp.263-268, 2009.
- 3) 山口広行：ETロボコン 2009 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 29, pp.207-212, 2010.
- 4) 山口広行, 菊池恭史, 工藤正躍, 中村歩夢：組込ソフトウェアの品質向上に向けた試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2012-2, No. 7, 2012.
- 5) 山口広行, 岩城匠真, 小田悠介, 木村洸太：組込システムのロバスト性向上の試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2016-2, No. 1-1, 2016.
- 6) 山口広行：ETロボコン 2018 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 38, pp.101-106, 2019.
- 7) 山口広行：ETロボコン 2019 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 39, pp.170-175, 2020.

## 要 旨

当研究室では組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとした ET ロボコンに、2008 年より卒業研究の一環として参加している。ET ロボコン 2020 はコロナ禍に対応するため全イベントがオンライン開催となったが、シミュレータの導入などにより全国大会を含めた全イベントが予定通り実施された。当研究室は全国大会への出場は逃したものの、事前に定めた開発目標を達成することができた。また達成に向けた努力を積み重ねる中で、学生の技術力と課題解決能力の向上が図れたと考えている。

**キーワード：**組込み技術，ソフトウェア開発，工学教育