

[ETロボコン：異色の情報系ロボコン — 光る若手にインタビュー —]

# ① ソフトウェア教育・実践の場 としてのETロボコン

— 時代に合わせたモデリング課題の提供 —



土樋祐希 | ETロボコン本部審査委員長／富士ゼロックス

## ETロボコンとは

### 組込みエンジニアの育成を目指した ソフトウェアコンテスト

ETロボコンは組込みシステム技術協会 (JASA) が主催するソフトウェアコンテストである。正式名称は「ETロボットソフトウェアデザインコンテスト」である。組込みソフトウェアエンジニア育成を目指したコンテストであり、他のロボットコンテストにはない特徴的な取り組みを行っている。2019年には長年の組込み産業界の人材育成への貢献が認められ、「情報化促進貢献個人等表彰」の経済産業大臣賞を受賞することができた。本稿ではETロボコンの特徴を紹介する。また、時代とともに必要とされる技術は変化しており、ETロボコンも提供する課題を変えてきている。2019年の競技とその狙いについても説明する。

## ETロボコンの特徴

### 全国の企業・学生チームが競う大会

ETロボコンは2002年に開催されたUMLロボコンにその端を発する。当時、日本であまり普及していなかったUML (Unified Modeling Language / モデル統一言語) を実践的に使う場を提供する目的で有志に行われた大会であった。2005年よりJASAが主催となり、ETロボコンと改名した。2019年で18年目となり、今では全国12地区で地区大会が開催され、250を超えるチームが参加している大会となっている。地区大会で優秀な成績を残したチームは11月のET/IoTテク

ノロジー展と併設で開催されるチャンピオンシップ大会 (CS大会) に出場する権利を得る。ETロボコンに参加するのは企業チームだけではなく、大学・高専・高校など学生チームも競う。学生チームであってもハンディキャップは一切なく同じルールで競う。近年学生チームは活躍しており、2018年度はCS大会17表彰のうち11表彰が学生チーム (企業連携含む) であった。このように幅広い層で切磋琢磨できるコンテストとなっている。

### 全チームで共通の走行体を使用

ETロボコンはLEGO MINDSTORMSで作成された走行体を使用した競技である。走行はソフトウェアによる自律走行である。大きさが12畳にもなるコース (図-1) を人間の操縦なしに走行させ、走行にかかった時間と課題 (難所) をクリアした際に得られるボーナスによって競技の成績が決まる。ETロボコンの大きな特徴の1つは、参加カテゴリ (クラス) ごとに使用する走行体の組み方が決められていることである。図-2に



図-1 ETロボコンの様子

2019年のアドバンストクラス(中級者用クラス)で使用した走行体を示す。ロボットの機械的な性能差は存在せず、搭載するソフトウェアによってのみ差が出ることになる。この点が他のロボットコンテストと大きく異なる点と言える。

### 最大の特徴はモデル審査

ETロボコンの最も大きな特徴はモデル審査である。参加者は作成したソフトウェアやシステムの設計図を作成し、事前に提出する。この際、設計図にはシステムを作る上で必要となる要素や振舞いをUMLなどで図示化したモデルとして表現する。ソフトウェアは建築物やメカなどと異なり、直接触ったり見たりすることができない無形のものである。そのため、全体を俯瞰することが難しい。最悪ソフトウェアができた後に期待した機能や性能となっていないことが判明するということがある。モデルという形で見える化することで他者とのコミュニケーションをとりやすくし、レビューなどを通じて早い段階で品質を高めることが必要となる。これは実際の開発の中でも重要な手法である。ETロボコン参加者は全部でA3用紙6枚に設計情報をまとめたモデルシートとして提出する。図-3に2019年度のモデルシートの一部(分析部分)を示す。図-4は2019年度にアドバンストクラスで提示された記述内容である。要求・分析・設計・制御と開発を行う上で必要となる各フェーズでモデルを使った記述が求められている。提出されたモデルシートはETロボコン実行委員に属する審査員

によって行われる。記述するモデルの項目が細分化され、それぞれに対して審査基準を用意している。基本的にはそれに従い審査をする。基準だけでは評価しにくい部分もあるため、審査は複数人で行う。審査員個人による評価を行った上で、集合レビューを通じて評点を決定する。項目ごとに0(記述なし)~3(最高点)といった形で評価し、そのモデルの点数を決定する。この点数により順位付けを行う。ETロボコンでは「競技」、「モデル審査」、後述する「総合」の3種類の表彰を設けている。競技が悪いチームもモデルが良ければモデル審査で表彰している。また、参加者には審査結果を評価ランクとして伝える。評価ランクはA~Dとなっており、Aが一番良いランクとなる。審査員のコ



図-2 2019年の走行体 HackEV

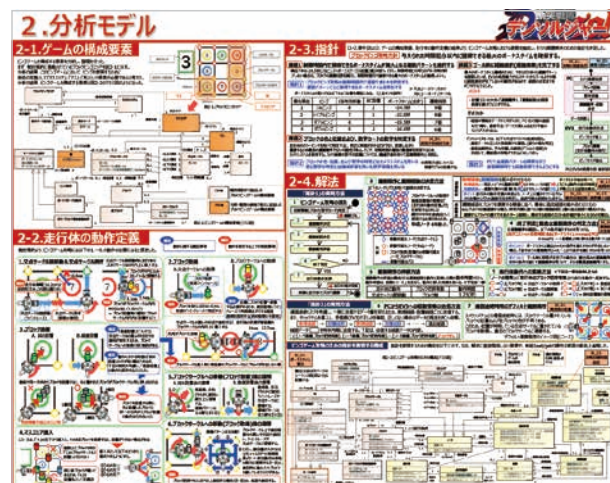


図-3 提出モデルの例

モデル	内容	主に使用する図 (UMLの場合)
アブストラクトページ	下記モデル全体を1枚にまとめて短く表したも	自然言語、任意の図
要求モデル	開発の目標と、それを達成するために必要な機能性要求およびそこに付随する品質や制約などの要求	ユースケース図、ユースケース記述、アクティティ図等 UML以外では、要求図、自然言語等 信頼性、時間効率性などの品質要求には必ずその上位要求としての機能性要求が存在することに注意すること
分析モデル	ゲームを解くために必要な情報の定義と、それを使ったゲームの解き方などの分析	クラス図、オブジェクト図、コミュニケーション図、シーケンス図、ステートマシン図等
設計モデル	ゲームに必要な機能や要求、分析結果を実現するソフトウェアの構造および振る舞いの設計	パッケージ図、クラス図、オブジェクト図、コミュニケーション図、シーケンス図、状態マシン図等
制御モデル	要求・分析モデルで定義された機能を実現するための制御戦略と、その戦略で用いられる要素技術の検討内容と結果	アクティビティ図、ステートマシン図等 UML以外では、ブロック線図、フローチャート、自然言語等

図-4 審査の内容 (2019年審査規約より)

メントも提供されるため、参加チームは自分たちの強みや弱みを知ることができ、さらなる学びにつなげることができる。同じ課題に対してこれだけ多くの参加チームが設計資料を公開するのも他のコンテストにはない特徴である。参加者は公開された他チームのモデルを参考にすることでさらに理解を深めることができる。このようにETロボコンは単にソフトウェアを作るだけでなく、開発する上で重要な設計技術を学べる場としての仕組みを用意している。

### 総合成績は競技と審査で決まる

ETロボコンでは競技結果とモデル審査結果を合わせた総合成績が最も重要な成績となる。総合成績は競技・モデルの結果を正規化し、それらの調和平均によって求める。図-5に2019年の結果を示す。縦軸が競技、横軸がモデル審査の結果である。右上に近いほど総合成績が良い。調和平均を使用しているため、競技・モデルどちらかが良いだけでは総合の上位になることができない。両方をバランス良く作り上げる必要がある。このような仕組みにより、設計と実装の両方のスキルを伸ばすインセンティブを与えている。

## ETロボコンの競技と狙い

### 2019年の競技

図-6に2019年のアドバンストクラスで使用したコースを示す。競技では各チームL(左) / R(右) コー

スを一度ずつ、計2回の走行を行う。図の中央上のSTARTから2チーム同時に左右に分かれて走行体を走らせ、中間ゲート1(3)、中間ゲート2(4)を經由してGOALゲート(5)まで走行する。GOALまでにかかった時間が「走行タイム」として記録される。走行タイム取得後は「難所」と呼ばれる課題をクリアすることで、追加のボーナスタイムを得られる。走行タイムから獲得したボーナスタイムを引いた結果が「リザルトタイム」である。競技成績としてはこのリザルトタイムが使用される。1回の走行あたりの時間は走行と難所攻略合わせて2分以内である。この時間内でいかにボーナスを獲得するかが重要となる。2019年度はブロックビンゴという課題を設定した。図-7はブロックがセッティングされた状態である。本課題では3×3のマスと左上に設置した数字カードを用いる。大きく2つのボーナス獲得方法がある。1つは線分の交点に置かれている赤・青・緑・黄のカラーブロックを動かし、同じ色のマスの中の円(ブロックサークル)に移動させて、縦横のビンゴを作るといものである。ビンゴは最大4つまで作成でき、ビンゴの数が多いほど大きなボーナスを獲得できる。もう1つは左上の数字カードを読み取り、黒ブロックをその番号に指定されたブロックサークルに運ぶというものである。どちらの課題もコース内のブロックの現在位置を認識してルートを判断する必要がある、そうしないと動かすべきでないブロックまで動かしてしまうためである。時間も限られているため、できるだけ短い経路を

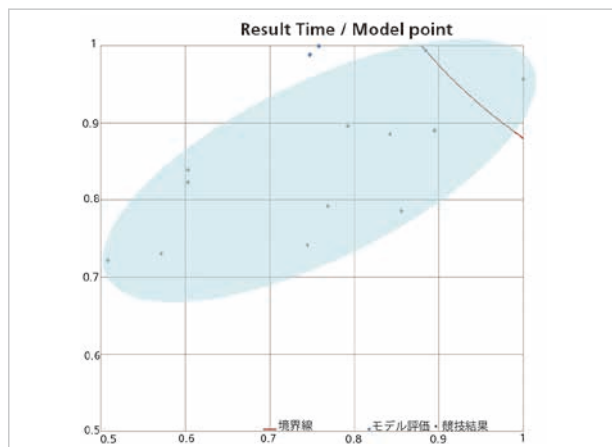


図-5 総合成績の算出 (2019年CS大会より)

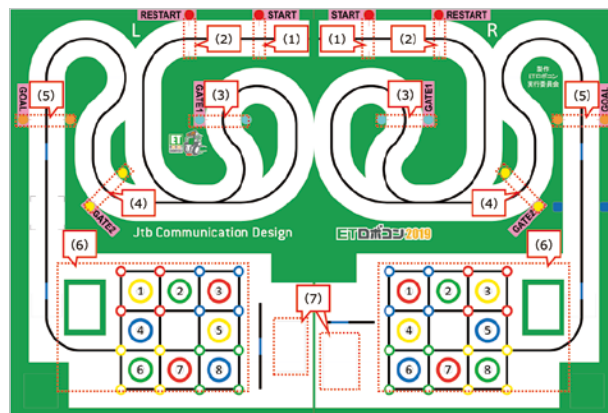


図-6 2019年コース (アドバンストクラス)



通る必要がある。こうした情報をどのように持ち、どう経路を作り出しているかはモデル審査上でも重要なポイントである。また、もう1つ重要な要素がある。それはブロックの色の判定や数字カードの読み取りである。ブロックの色と数字はスタート直前にランダムに決められる。スタート前に人間が指示を与えることはできないため、ロボットを含む走行システムで自律的に判断する必要がある。このため、コース内には据え置き型のカメラを設置している(図-8左)。参加チームはカメラとPCを接続し、PC側で取得した画像(図-8右)をAIなどで解析し、その結果をロボットに送るといった構成が必要となる。

## 競技の狙い

これまでのETロボコンではロボット単体で攻略できる競技課題が多かった。2019年はカメラによる画像処理などを前提とした競技課題を提供した。これはさまざまなものがつながることが前提となりつつあるAI/IoT時代において、組込みソフトウェアエンジニアもさまざまなシステムを使うことが必要になると考えたためである。その結果、参加チームはブロックの色検知にブロック配置前後の画像差分、数字カードの認識には機械学習といった技術を取り入れていた。大会後のア

ンケートでも今回のETロボコンで初めてこうした技術に取り組んだというチームが多数あった。図-9はモデルシートに記述された画像処理の例である。

## ETロボコンの成果と課題

以上説明してきたとおり、ETロボコンでは組込みソフトウェアの開発スキルを習得するための各種の取り組みを行っている。参加者アンケートでも73%がモデリングを学ぶことができたと回答しており、ほかにもプログラミング(55%)、開発プロセス(33%)を学べたとの回答があった。実践を通じてソフトウェア開発に必要なスキルを向上できていると言える。しかし、近年では参加者数が減少傾向にある。働き方改革により企業では使える工数が少なくなっているというコメントも多く寄せられている。こうした声に応え、2019年はコースを左右対称にすることでL/Rの課題を共通化して作業量を減らすとともに、2回の走行のうちの良い方を競技成績として使うよう変更した。競技の負担が減った分、モデルのレベルも上がっている。しかし、今後も工数対効果は厳しく問われることが予想される。新しい技術を取り入れながら、どう全体をバランスさせるかが今後の課題と言える。

(2020年1月19日受付)



図-7 ブロックピンゴ

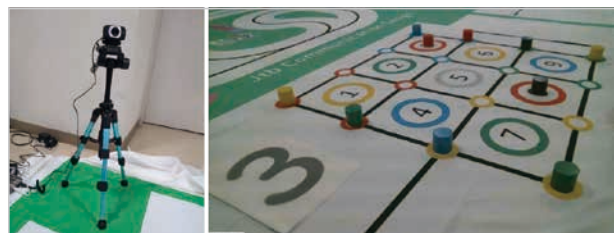


図-8 カメラ(左)取得される画像(右)

土樋祐希 Yuki.Tsuchitoi@fujixerox.co.jp

1997年富士ゼロックス入社。複合機のソフトウェア開発に従事し、モデル駆動開発環境の立ち上げに携わる。2010年から会社のETロボコン参加を推進し、2015年に本部審査委員となる。2018年より本部審査委員長。

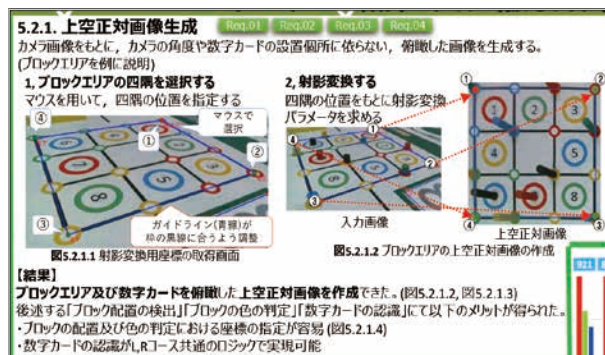


図-9 画像解析の例