

## SCADE Suite を用いたモデルベース設計手法による 組込みシステム開発 PBL -ET ロボコンを例にして-

高橋 修司<sup>†</sup>, 松原 信忠<sup>††</sup>, 大沼 由弥<sup>††</sup>, 仲野 裕文<sup>††</sup>, 根岸 幸輝<sup>††</sup>, 藤村 悠<sup>†††</sup>,  
武倉 正和<sup>††</sup>, 安達 大悟<sup>††</sup>, 館野 友貴美<sup>††</sup>, 原 彩美<sup>†††</sup>, 荒船 愉子<sup>†††</sup>, 粕谷 建太<sup>†††</sup>,  
木村 健斗<sup>†††</sup>, 篠田 沙樹<sup>†††</sup>, 塚本 拓野<sup>†††</sup>, 嶋村 祐樹<sup>††††</sup>, 白石 洋一<sup>†††††</sup>

本 PBL は、「ET ロボコン」においてモデルベース設計手法による組込みシステム開発の  
実践を行い、得られた知見を各メンバの研究にフィードバックする自己研鑽の場として活動  
している。設計品質の向上・開発コストの削減の観点から、モデルベース開発ツールである  
SCADE Suite による設計・シミュレーションを行い「レガシー開発」と比較し評価した。

## PBL for Embedded System Development by Model-Based Designing Method adopting SCADE Suite

Shuji Takahashi<sup>†</sup>, Nobutada Matsubara<sup>††</sup>, Yuya Onuma<sup>††</sup>, Hirofumi Nakano<sup>††</sup>, Koki Negishi<sup>††</sup>,  
Yu Fujimura<sup>†††</sup>, Masakazu Takekura<sup>††</sup>, Daigo Adachi<sup>††</sup>, Yukimi Tateno<sup>††</sup>, Ayami Hara<sup>†††</sup>,  
Yuko Arafune<sup>†††</sup>, Kenta Kasuya<sup>†††</sup>, Kento Kimura<sup>†††</sup>, Saki Shinoda<sup>†††</sup>, Takuya Tsukamoto<sup>†††</sup>,  
Yuki Shimamura<sup>††††</sup>, Yoichi Shiraishi<sup>†††††</sup>

This PBL is implementing Embedded system development by model-based design method  
using "Embedded Technology Software Design Robot Contest". All the knowledge obtained  
in this project will be used as a self-improvement of their own field of studies. From the  
viewpoint of improving the quality of the design, and the cost reduction development, we  
have evaluated between the "Legacy development" and the model-based development tool,  
"SCADE Suite" in terms of design and simulation.

### 1. はじめに

我々は、2009 年より LEGO MindStorms NXT を用い  
てモデルベース設計 (MBD) 手法による組込みソフトウ  
ェア開発 PBL (Project Based Learning) の実践を行い、  
得られた知見を各メンバの研究にフィードバックする自  
己研鑽の場として活動している[1]。本 PBL では、設計  
品質の向上・開発コストの削減の観点から、モデルベ

ース開発ツールである SCADE Suite[2]による設計・シミ  
ュレーションを行い「レガシー開発」と比較し評価した  
[3]。

### 2. SCADE Suite とは

SCADE Suite とは、モデルベース開発手法による組  
込み制御ソフトウェア開発支援ツールである(図 1)。同  
種の製品として MathWorks 社の MATLAB/Simulink  
が挙げられる。SCADE Suite の特徴として、国際規格  
に準拠した C コードを自動生成していることや作成した  
オペレーター (C 言語でいう関数) ごとにシミュレートが  
できることなどがある。

今回、SCADE Suite を用いた理由は大きく分けて 2  
つある。1 つは上記の点などで優れているからであり、  
もう 1 つは SCADE Suite を利用した研究はまだそれほ  
ど多くないことからである。

<sup>†</sup> 群馬大学大学院工学研究科  
Department of Production Science and Technology, Gunma  
University  
<sup>††</sup> 群馬大学工学部  
Faculty of Engineering, Gunma University  
<sup>†††</sup> 群馬大学理工学部  
School of Science and Technology, Gunma University  
<sup>††††</sup> 群馬大学大学院理工学部  
Graduate School of Science and Technology, Gunma  
University  
<sup>†††††</sup> 群馬大学理工学研究院知能機械創製部門  
Graduate School of Science and Technology, Gunma  
University

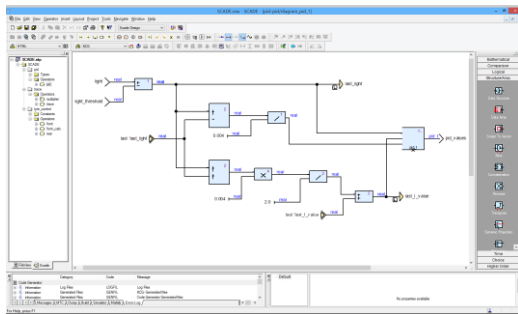


図 1 SCADE Suite の利用画面

### 3. ET ロボコンとは

ET ロボコンとは、決められた走行体で指定コースを自律走行する競技で、同一のハードウェア (LEGO MindStorms NXT) (図 2) に、UML 等で分析・設計したソフトウェアを搭載し競うコンテストである。走行体にはライトセンサ、ジャイロセンサなどのセンサが取り付けられていて、これらを利用して黒いライン上をラインレースしながら走行する組込みプログラムを作成する。評価方法は設計モデルの巧拙と地区大会当日の走行であり、設計と実装の二つの点から評価されることになる。



図 2 走行体

### 4. 比較検証

#### 4.1. 方法

同一のモデルから SCADE Suite を用いて実装した場合と C 言語で直接実装した場合での工数を比較する。比較用に実装するモデルは ET ロボコンで作成したモデルの一部とする。

#### 4.2. 結果

C 言語を用いてテキストベースで実装した場合は 1 時間かかり、SCADE Suite を用いて実装した場合は 55 分かかった。

#### 4.3. 考察

比較した結果、ほとんど同等の実装時間にもかかわらず、特に以下の大きなメリットが得られた。

1 つ目はブロック図をつなぎ合わせてプログラミングを

していることである。テキストベースと違い視覚的に表現されているので、デバックの際にヒューマンエラーを発見しやすい。さらに SCADE Suite の場合、状態遷移図を利用できるので条件分岐の構文より全体をわかりやすく表現できる。

2 つ目はシミュレーションができることである。特に SCADE Suite の場合、C 言語における関数ごとに対してシミュレーションを行えるので、どこで実行時エラーが起きているのかを発見しやすい。

以上 2 点より、特にデバック作業において大きな優位性が生じると考えられた。今回は小規模・個人開発のため、実装時間の差が小さいが、大規模・チーム開発になると実装時間の差の積み重ねで、工数の大幅な削減ができるものと考えられる。

また、テキストベースのプログラミング言語と異なり、習熟度による大きな差が生じにくいという利点も挙げられる。今回 C 言語を利用して開発した者は 1 年以上 C 言語を利用しており、プログラミング経験も十分であった。対して SCADE Suite を利用して開発した者は 5 ヶ月間の学修期間と 6 ヶ月のプログラミング経験であった。

### 5. 今後の展望

SCADE System というモデルベース開発支援ツールを利用すると、SysML から実装との整合性の保証された SCADE Suite 用のモデルを生成してくれる。これを利用すれば、設計から実装へとシームレスに開発を行うことができる。今後は SCADE System を利用してモデルベース開発支援ツールを利用した開発の有用性を検討したい。

### 参考文献

- [1] モデルベース設計手法による組込みシステム開発 PBL: 高橋 修司, 白石 洋一ら: ESS2013 論文集, 情報処理学会, 2013
- [2] SCADE Suite:  
<http://www.esterel-technologies.com/products/scade-suite/>
- [3] モデルベース開発ツールを活用した際のコストの効果検証実施報告書: 独立行政法人情報処理推進機構, 2013  
<http://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/reports/20130215-2.html>