

SysML による組込みシステムのモデルベース開発プロセスの構築と評価

Study on design process using SysML for model-based systems engineering in embedded system development.

庄司 龍一† 岩尾 将平‡ 井上 雅裕‡  
Ryuichi Shoji Shohei Iwao Masahiro Inoue

1. はじめに

1.1 組込みシステムの課題

近年、組込みシステムが複雑・巨大化の傾向にある。組込みシステム開発のかかえる課題をまとめたものを図1に示した。主な原因の一つとして異なった分野であるメカ、エレキ、ソフトが1つのシステムに含まれているため設計・検証が困難であることがあげられる。これらの課題を解決するために、モデルベースでのシステムエンジニアリング[1]が考えられている。

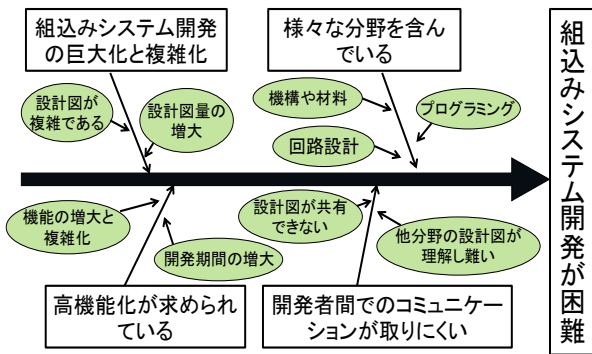


図1. 組込みシステム開発を難しくする特性要因図

1.2 SysML とその導入課題

システムエンジニアリングで用いられるモデリング言語として、SysML(Systems Modeling Language)[2]が注目されている。SysMLは、OMG(Object Management Group)とINCOSE(International Council on Systems Engineering)の共同によりUML2.0を拡張し策定された。図2にその概要図を載せる。SysMLは様々な分野を含むシステム全体を記述できるが、企業や機関がSysMLを導入するには様々な課題を抱えている。SysMLの導入の利点と課題を下記に示す。

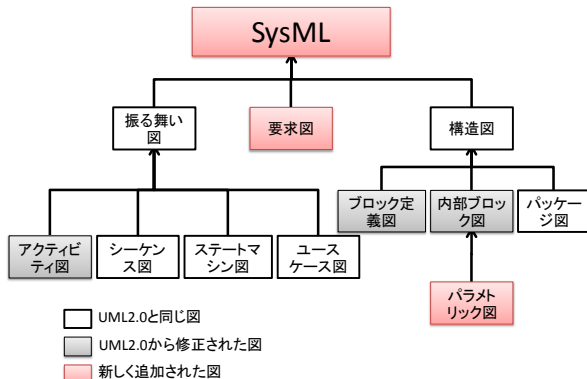


図2. SysML の構成図

SysML の導入による利点

- (1) システム全体の構成などが視覚的に理解可能になる。
- (2) 複雑なシステムの保守・拡張性を向上できる。
- (3) 開発チーム内のコミュニケーションの改善ができる。
- (4) 図の組み合わせで様々な観点からモデリングできる。

SysML の導入時の課題

- (1) システム開発における SysML の導入事例が少ない。
- (2) SysML をどのように組込みシステム開発に適用するか開発プロセスを含めて未確定である。
- (3) システム全体の設計にモデリングを用いることが浸透していない。

1.3 研究の目的と進め方

本研究では SysML の持つ特徴に注目し、組込みシステム開発での SysML を用いた開発プロセスを構築し、SysML の導入効果の検証を行う。組込みシステムとして飛行船自律飛行システムを事例として検討に用いる。また、研究の方針としてPDCAサイクル(plan-do-check-act cycle)に則り研究を進めて行く。

2. 開発プロセスの構築と評価の PDCA サイクル

2.1 PLAN (計画)

PDCA サイクルの計画段階では以下のことを定めた。

- 1. 飛行船自律航行システム[3]を例題と定めた。
- 2. SysML を用いる組込み開発システム向けの開発プロセスを設定し、それに従ってシステム開発を行う(図3)。
- 3. SysML の導入効果の予想を立てた。

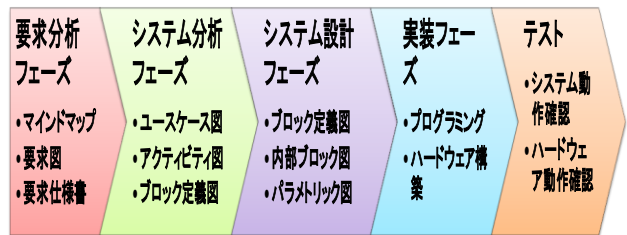


図3. SysML を用いたシステム開発プロセス

図3はシステム開発において利用する開発プロセスとそのフェーズに割りつけた成果物を示す。要求分析フェーズ、システム分析フェーズ、システム設計フェーズにおいて SysML で定められた図表を用いてシステムのモデリングを行い、実装フェーズにおいて実機での開発を行う。テストフェーズにおいては実機の動作確認を行う。

2.2 Do(システム開発)

図4に飛行船自律航行システムの概要を載せる。このシステムは各種センサと基地局が無線で通信を行い飛行船を自動で目的地へ航行させることを目的とする。システム分析フェーズにおいて作成したブロック定義図を図5に載せる。図5はシステム全体をモデル化した図であり、左側に飛行船本体と各種センサ、右側にはユーザやその他の周辺

† 芝浦工業大学-大学院 電気電子情報工学専攻  
‡ 芝浦工業大学 電子情報システム学科

機器があり、各々の繋がりが記述してある。これらの図を元に飛行船自律システムを作成した。

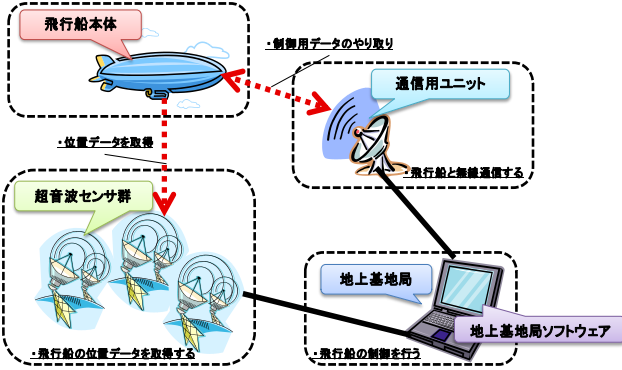


図 4. 飛行船自律航行システム概要

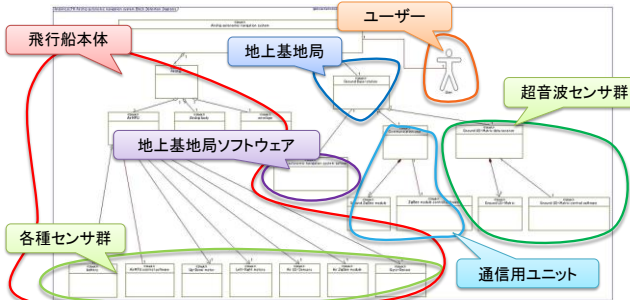


図 5. 飛行船自律航行システム全体のブロック定義図

2. 3 CHECK(結果と分析)

開発を通して得られた結果の分析を行った。表 1 は実際に得られた導入効果の結果とその課題についてまとめ、原因を分析したものである。表 1 より、SysML を開発に用いることで、技術的に多分野に及ぶ組込みシステムの要求定義およびそのシステム全体の構造の表記に成功した。一方、課題として、SysML における各種図表の正確な記述方法が理解しづらかったこと、また、各プロセス内での図表化の順番が未定義であったことがあげられる。

表 1. システム開発から得られた結果の分析

SysMLの導入効果	導入効果の予想との比較結果	結果に対する原因の考察
成果	開発者がモデルをシステムの運用に活用し飛行船の飛行に成功した。	物理的観点からのモデリングができた。
	開発者がシステムに対する要求を理解して開発に臨めた。	システムに対する要求のモデリングができた。
	開発者がシステムの全体構成を理解できた。	他分野を含めたシステム全体構成のモデリングができた。
	開発者が地上基地局ソフトウェアの構造を理解できた。	複数の図の組み合わせでソフトウェアの構造を様々な視点から記述できた。
課題	開発に携わらなかった第三者がシステムの全体構成を理解するのが難しかった。	開発に携わらなかった第三者について SysMLモデルに対する知識がなかった。SysMLが直感的に理解しづらい。
	作成したモデルをシステムの保守・拡張に活用できなかった。	SysMLで定められた図表の利用手順を示した参考資料が少なかった。
	開発者がSysMLを理解し難かった。	SysMLの図の正確な記述方法がわかりづらかった。

3. ACT(改善点の立案)

3. 1 改善案と評価方法

表 1 より、SysML を組込みシステムのモデル化に適用する際の SysML の記述方法設定やプロセス詳細の設定が不十分であったと言える。その解決案を検討した。解決案として SysML の仕様書[2]、SysML のチュートリアル[3]の活用

と、今回の試行を基に SysML のガイドブック策定の 3 種類の改善案の評価と選定を行った。選定には階層化意思決定法(AHP)を用いる[4]。

3. 2 評価結果

図 6 は開発者が SysML を組込みシステム開発で適切に使用できることを総合目的とした AHP 階層図である。この階層図をもとに階層ごとに一対比較を行った。表 2 はその計算結果である。総合得点は各代替案に対しての重要度を表しており、この数字が 1 に近い程重要とみなす。この結果から改善・修正案として、総合得点が最も高い案である「飛行船自律航行システム開発を例題とした SysML ガイドブック」を選定した。

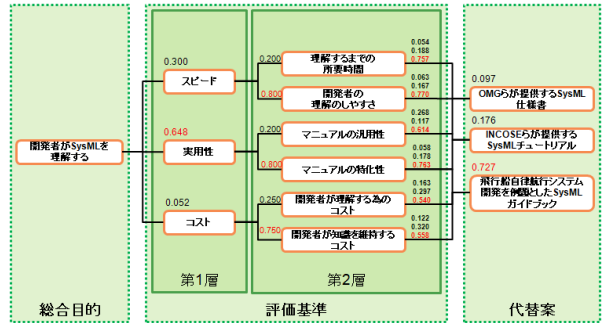


図 6. 開発者が SysML を組込みシステム開発に適切に適用できることの AHP 階層図

表 2. 代替案の選定結果

代替案	スピード (0.300)	実用性 (0.648)	コスト (0.052)	総合得点
OMGらが提供するSysML仕様書		0.108	0.133	0.097
INCOSEらが提供するSysMLチュートリアル		0.171	0.164	0.176
飛行船自律航行システムを例題としたSysMLガイドブック	0.767	0.728	0.554	0.727

同様に、他の総合目的に関する改善と修正案の選定を行った。その結果、飛行船自律航行システム開発を例題とした SysML ガイドブックが最も適切であることがわかった。

4. まとめ

本研究ではシステムモデリング言語である SysML の組込みシステムでの開発プロセスを構築し、これを飛行船自律航行システムの開発に利用することで、開発プロセスと SysML の導入効果の検証を行った。開発の結果、導入のメリットとして様々な観点からの的確なモデリングが出来たことなどがあげられる。また課題として SysML を組込みシステムに適用する際の記述方法が未確立であることが判明した。その解決案として、SysML の適用方法と使用手順を示し実際の組込みシステムを例示したガイドブックを作成すること適切である。今後、ガイドブックを作成し、今回の課題とガイドブックを踏まえてのシステム開発を行い、SysML の組込みシステム開発における記述方法の改善と開発プロセスの改善、詳細書を行う。

参考文献

- [1]INCOSE-TP-2003-002-03.1, Systems Engineering Handbook version 3.1, International Council on Systems Engineering (INCOSE), Aug. 2007.
- [2]OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), V1. 0, Sep. 2007.
- [3]ESS2008: Embedded Systems Symposium 2008, <http://www.ertl.jp/ESS/2008/mdd/>
- [4]刀根 薫, ゲーム感覚意思決定方—AHP 入門, 日科技連, 1986.