

K-017

モデルベースなシステムズエンジニアリングを学習・実践するためのツール開発と超小型衛星の上流設計への適用

Development of Learning and Practicing Tool for Model-Based Systems Engineering and Application to Conceptual Design of Nano-Satellite.

三浦 政司* 南部 陽介** 吉澤 良典*** 萩原 利士成**** 木村 俊介*****
 Masashi Miura Yohsuke Nambu Ryosuke Yoshizawa Toshishige Hagihara Shunsuke Kimura

1. 背景・目的

航空機、自動車、プラント、携帯電話、情報システム、各種組込システムなど、今日の「システム」は大規模化・高機能化・複雑化の一途をたどっている。そのようなシステムの設計開発は、異なる技術分野や異なる組織の開発者を含む多数の人員によって行われる。一方で、このような大規模・複雑なシステムの開発でさえ、グローバルな環境下での競争的圧力により、短期間開発や低コスト性が要求される場面が多い。これらのことは、冒頭で例示したシステム以外にも、様々な工業製品について当てはまる。

上記のような大規模なシステムの設計開発を短期間かつ確実に実行するためには、設計者の経験・勘や試行錯誤に頼る旧来の方法ではなく、システムズエンジニアリングのような新しい方法論が必要となってくる。システムズエンジニアリングとは大規模かつ分野横断的なシステムの設計開発において、適切なマネジメントプロセスと技術プロセスを提供する手法群一般を指す。システムズエンジニアリングは航空宇宙・防衛などの分野において生まれ、発展してきたが、現在では様々な分野および民生用製品の開発に応用されている。

このように、現代の工学においてシステムズエンジニアリングは大きな重要性を持つが、工学分野の高等教育において学習内容として扱われる機会は極めて限定的である。また、学習内容として扱われる場合でも、実践的な教材に乏しく、教えずらい・学びづらいという課題を抱えているのが現状である。

そこで本研究では、システムズエンジニアリング的なアプローチのうち、次節で述べるように今後のシステム開発において役割を増していくと期待されるモデルベースシステムズエンジニアリング (MBSE) に焦点を当て、その効果的な実践と学習を支援する ICT ツールを開発・提供することを目指している。現段階では特に、3 節で述べるような大学における超小型人工衛星の開発を通じた工学教育に的を絞る、その上流設計において MBSE を実践しながら学べるツールの開発に取り組んでいる。

2. モデルベースシステムズエンジニアリング

システムズエンジニアリングの基本的なプロセスは要求分析、仕様決定、設計・検証から成り、従来の方法ではそれらを文書形式で管理・共有していた (仕様書・設計文書など)。しかし最近では ICT 技術の発展に伴い、モデルベースな手法へと移行が進みつつある。モデルベースシステ

ムズエンジニアリング (MBSE) では開発対象システムの要求、設計要素、設計根拠、およびそれらの相互関係を表す要素から構成されるモデルを構築・共有し、モデルに対する操作を通して要求分析や仕様決定、検証などのプロセスを進めていく。モデルベースな手法は文書ベースな手法と比較して下記のような点で優れている。

- 一貫性・整合性とトレーサビリティの確保
- グラフィカルビューおよび ICT 技術との融合による高い共有性・伝達性
- 既存モデルの再使用性
- シミュレーション解析等との統合性

MBSE を実践するためには開発者間で共有するルールに則ってシステムモデルを構築しなければならないが、そのための標準的な言語として SysML がある^[1]。これはソフトウェア開発向けのデファクトスタンダードなモデリング言語である UML をハードウェアも含めたシステム開発に適用できるよう拡張したものである。SysML は汎用性に優れ、今後の MBSE における主流なモデリング言語になると期待できるが、汎用性・厳密性を確保するために必ずしも直感的とは言えない記述方法が多く、大学生や新人エンジニア等の初学者が実践・学習するにはハードルが高い。本研究では、直感的で分かりやすい GUI を通じて初学者でも SysML に準じたシステムモデリングを実践でき、その基礎と有用性を学ぶことのできるツールの開発を目指している。

3. 人工衛星開発と工学教育

大学における超小型衛星開発は、システムズエンジニアリングの実践的な教育手法として注目されている。しかし、人材リソースや開発期間の制約などが原因で、実際には大学衛星開発の現場においてシステムズエンジニアリングが十分に効果を発揮しているとはいえず、開発プロセスの改善が必要である。例えば、大阪府立大学において開発中の超小型衛星 OPUSAT^[2]では、開発初期段階におけるシステム設計が十分に詳細化されておらず、開発フェーズが進むにつれて、システム設計を幾度となくやり直す結果となった。その結果、スケジュールの大幅な遅延が生じ、コスト超過や環境試験に費やすべき時間を失う事態を引き起こした。これらは、ミッションの成功率に大きな影響を与える。

超小型衛星開発は、挑戦から実用のフェーズへと移り変わりつつあり、システムズエンジニアリングの導入によって上流設計の質の向上を図ることは、今後益々重要となってくる。本稿で紹介する開発中のツールは、超小型衛星開発の上流設計における MBSE の実践を支援するものであり、実践を通して MBSE の基礎を学ぶとともに、ミッションの成功率を上げることを目的としている。

*鳥取大学, **大阪府立大学, ***東京大学,
 ****サイボウズ株式会社, *****JibeMobile 株式会社

4. ツール開発

現在、超小型人工衛星開発の上流設計における MBSE の実践を支援する Web アプリケーション「Browser-based Assisted Library Universal System design application (BALUS)」を開発中である。

4.1 機能・特徴

BALUS が提供する最も大きな機能として、下記の 2 点が挙げられる。

- A. SysML に準じた形で超小型人工衛星のシステムモデルを構築・管理・共有することができ、MBSE による上流設計を実現する。
- B. 過去に開発された超小型人工衛星のシステムモデルや、BALUS によって構築されたシステムモデルを再使用することができる。

上記の A において「SysML に準じた形で」としたが、ここでは必ずしも SysML の形式に則ってモデリングするというのではなく、SysML の特徴と本質を活かしつつ、より直感的で分かりやすい表現を提供することを意味する。また、上記 B に述べたシステムモデルの再使用については、ユーザーがプロジェクトを作成した際に、既存のシステムモデルをテンプレートとして与えることで実現する。これによりシステムモデリングへの敷居を下げると共に、過去の成果や相互の知見を共有・活用するオープンなエンジニアリングを実現することができる。

4.2 開発状況

構築したシステムモデルを共有または相互再利用するために、BALUS はクラウドをベースとした Web アプリケーションとして開発している。開発プラットフォームには、高いスケーラビリティが必要なこと、世界中どこからでも快適に使用出来ること、そして開発リソースの制約から Google App Engine を選択した。



図 1 画面キャプチャ：プロジェクトダッシュボード



図 2 画面キャプチャ：システムモデル(要求図)

従来の紙をベースにしたシステムモデルは、情報量の制約から直感的とはいえない UI が使用されており、初学者に高い学習コストを要求してしまう。BALUS では、紙の制約から解放され、「拡大していくと詳細が明らかになる」など、より直感的で使いやすい UI を実装した。

また紙から解放されることで、トップダウン的な設計から、開発現場の最前線でシステムモデルが更新され、その結果が上流にフィードバックされるという、よりアジャイルな開発プロセスが実現されると期待できる。そのため、いつでもどこでも使えるように、レスポンスデザインを利用してデスクトップ PC だけでなくタブレット端末などのマルチプラットフォームでの動作を保証するようにした。グラフ描画には SVG というベクター方式を利用し、様々な解像度の端末で快適に使えるように配慮している。

なお、BALUS は現在開発の途上である。図 1 および図 2 にテスト画面のキャプチャを示す。

5. まとめと今後の展望

本稿では工学教育におけるシステムズエンジニアリングの重要性と課題を確認し、モデルベースなシステムエンジニアリング (MBSE) を実践・学習するためのツール開発の取組みについて紹介した。

現在、超小型人工衛星の上流設計における MBSE の実践を支援する Web アプリケーション「BALUS」を開発中であり、その最も基本的な機能を実装した α 版は 2013 年夏頃に完成予定である。 α 版の完成後、大阪府立大学および鳥取大学における学生主体の小型模擬人工衛星 (通称：缶サット) 開発プロジェクトにおいて試用し、評価と課題点の洗い出しを実施することを計画している。将来的には、構築されたシステムモデルに対応したタスク管理機能や、開発経験者によるピアレビュー機能などを搭載することで、小型人工衛星の開発需要が高まりつつある新興国に対してキャパシティ・ビルディングを提供できるツールを構想している。

また、BALUS の開発にあたっては、汎用的なシステムモデルに特定のドメイン(人工衛星、自動車、ロボットなど)に特化した部分をプラグインすることで、汎用性を維持しつつ抽象度の高すぎないモデリングを実現するという手法をとっている。そのため、他分野へと拡張しやすいアーキテクチャとなっており、最終的には、超小型人工衛星開発に限らず、様々な分野において MBSE を実践・学習できるツールの実現を目指している。

謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) による平成 25 年度 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP(探索タイプ) の支援のもとに行われている (課題番号：AS242Z02656H)。

参考文献

- [1] S. Friedenthal, A. Moore and R. Steiner, "A Practical Guide to SysML -The Systems Modeling", The MK/OMG Press(2008).
- [2] A. Nishio, Y. Nambu, T. Bessho and H. Okubo, "Practical Development Process for Nano Satellite Based on Experience of Developing OPUSAT", 29th International Symposium on Space Technology and Science, Paper No. ISTS 2013-f-2, Nagoya, Japan(2013).