

# SysML によるソフトウェアとハードウェアの検証

庄司 龍一<sup>†</sup> 谷脇 武和<sup>‡</sup> 井上 雅裕<sup>‡</sup>

芝浦工業大学大学院工学研究科<sup>†</sup>

芝浦工業大学システム理工学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

### 1.1 組込みシステムの課題

近年、組込みシステム開発は複雑化・巨大化などの要因を受けて困難化している。これらの要因を図 1 に示す。

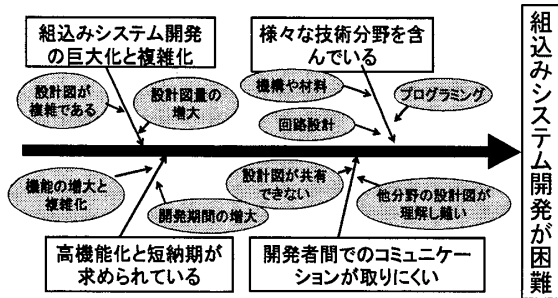


図 1. 組込みシステム開発を難しくする特性要因図

システム開発はその効率化が求められており、その手段のひとつとして SysML(Systems Modeling Language) によるモデルベース・システムズエンジニアリングを組込みシステム開発に導入する動きがある[1]。SysML は UML2.0 のサブセットを拡張し策定された新たなモデリング言語である。図 2 にその概要図を載せる。

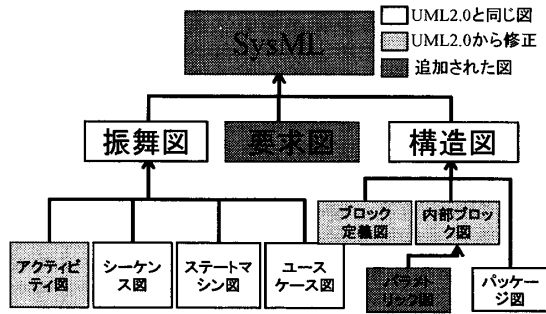


図 2. SysML の概要図

### 1.2 先行研究

筆者らは 2008 年に SysML による組込みシステム開発を実施し、その導入効果の検証を行った[2]。その結果、開発の初期段階にブロック図によるシステムの構造を記述することで、システム構成の全体の可視化ができた。SysML による記述はシステムの物理的制約を視覚的にとらえやすく、システムの構成が理解できるという利点があった。一方では、SysML で組込みシステムをモデル化する際の SysML の適用プロセスと詳細度の設定が不十分である課題もあった。

Study on embedded hardware and software development with SysML

<sup>†</sup>Ryuichi Shoji

<sup>†</sup>Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology

<sup>‡</sup>Takekazu Taniwaki, Masahiro Inoue

<sup>‡</sup>College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

### 1.3 研究の目的と進め方

本研究では、前年度の SysML による組込みシステム開発に用いた開発プロセスを改善し、効果を検証する。開発プロセス内のシステム設計フェーズを詳細化し、ソフトウェアとハードウェアそれぞれの開発フェーズにも SysML の図表を割り当て要求定義・分析・設計を行う。その上で実際のシステム開発を通じ SysML の導入効果の検証を行う。開発の対象は前年度同様飛行船自律飛行システムとする。

### 2. システム開発の対象とその開発プロセス

本研究で実装する飛行船自律航行システムの概要を図 3 に載せる。このシステムは各種センサと基地局が飛行線に対して無線や超音波で通信を行い、飛行船を自動で目的地へ航行させることを目的とする[3]。

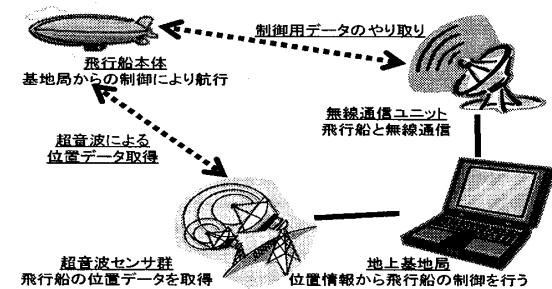


図 3. 飛行船自律航行システム概要

システム開発の計画について開発プロセスと成果物を図 4 のように定めた。前年度からの改善点を下記に示す。

- (1) システム開発フェーズをより詳細化するために、その後にソフトウェア開発フェーズとハードウェア開発フェーズを設け、実装に移った。
- (2) ソフトウェア開発とハードウェア開発フェーズにおいて、要求の定義から設計までに SysML の図表群を割り付けた。

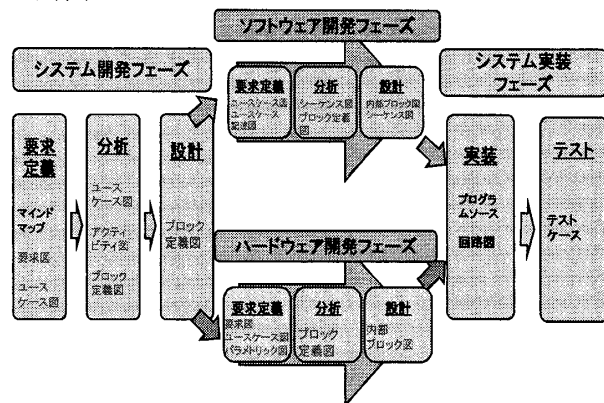


図 4. SysML を用いたシステム開発プロセス

### 3. システム開発とその評価

#### 3.1 システム要求定義フェーズと要求図

システム開発フェーズの初めに、システム要求定義プロセスにおいてシステム要求の整理を行った。この際に

用いた要求図を図 5 に示す。この図はチーム内でブレインストーミング法により抽出した直感的な情報を可視化したものであり、SysML の要求図を用いることで機能要求と非機能要求を一つの図として表記することができた。

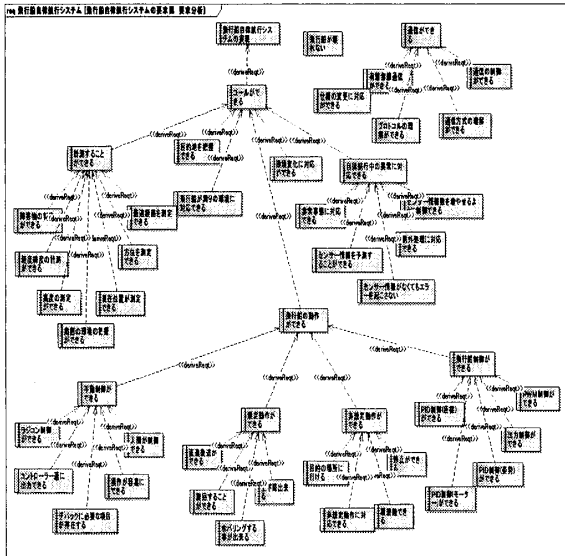


図 5. システム開発の要求定義プロセスの要求図

### 3.2 設計プロセスとブロック図

システム開発フェーズにおける設計プロセスではシステム構造の明確化を行った。図 3 に示す飛行船自律航行システムの物理的構造の表記に用いたブロック図を図 6 に示す。図 6 では、アイテムフローによるブロック同士の関連や物理的構造におけるソフトウェアの関連が示されている。SysML のブロック図による構造の表記によりソフトウェアとハードウェアの位置づけを可視化し、後の設計分析に役立てることができた。

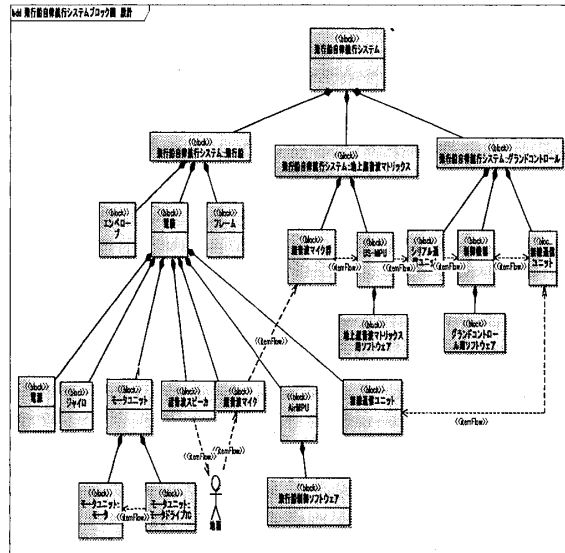


図 6. システム設計プロセスのブロック図

## 4. ハードウェア開発とその評価

### 4.1 ハードウェア要求定義とパラメトリック図

ハードウェア開発では、飛行船本体に搭載する電気および機械装備を対象とした実装を行った。ハードウェアの開発の初期において、パラメトリック図による物理的制約の記述を試みた。パラメトリック図とは、構造を示

す図表群の一種で物理的制約を記述することができる。図 7 に実際に用いたパラメトリック図を示す。図 7 は飛行船の重力の釣り合いを基に飛行船のエンベロープによる浮力、飛行船全体の重量、飛行船の加速性能の関連について簡易に示した図である。この図表の記述により、いままで感覚的に行っていた重量に対する要求の定義をある程度の根拠を持って定めることができた。また、図表として記述することにより、開発に参加する全員が重量に対する要求を理解して開発に臨めた。パラメトリック図による記述は、物理的要素とその制約を可視化し、要求としてとらえやすくなるという効果があった。

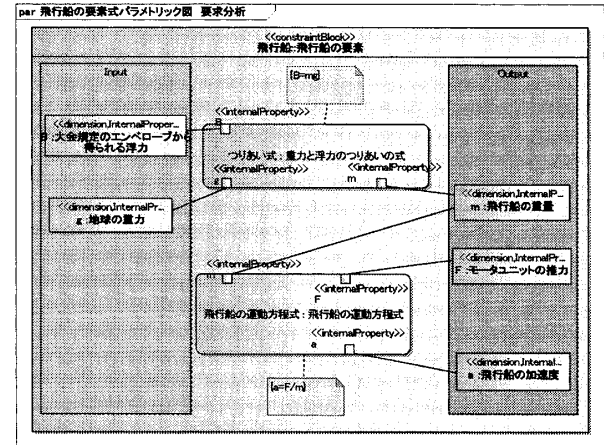


図 7. ハードウェア要求定義で記述した重量に関するパラメトリック図

## 5. まとめ

本研究ではシステムモデリング言語である SysML について、開発プロセスを定めて組込みシステム開発に用いることで導入効果の検証を行った。その結果、SysML による記述は以下の効果があることがわかった。

- ・要求図を用いた記述は機能要求と非機能要求を同時に記述することができる。
- ・開発の初期段階でブロック図によるシステム構造の記述を行うことで、ハードウェア、ソフトウェアの切り分けができる。
- ・パラメトリック図により物理的制約を可視化できる。開発の初期にパラメトリック図を用いた物理要素の分析を行うことで、物理的要求を認識できる。
- 今後の課題として以下の事柄について検証を行う。
  - ・組込みソフトウェア開発における SysML の導入効果の検証。
  - ・パラメトリック図による物理的仕様の詳細化と、その導入効果の検証。
  - ・自律飛行船開発に対する開発プロセスの構成およびその成果物の妥当性の検証。

### 参考文献

- [1] Tim Weikiens, "Systems Engineering with SysML/UML Modeling, Analysis, Design," Morgan Kaufmann/Object Management Group, 2008.
- [2] 庄司 龍一, 岩尾 将平, 井上 雅裕, "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", FIT2009 第 8 回情報科学技術フォーラム 講演論文集, 2009.
- [3] MDD ロボットチャレンジ 2009, <http://sdlab.sys.wakayama-u.ac.jp/mdd2009/>