

モデルベースシステムズエンジニアリング (MBSE) 教育のデザイン Model-Based Systems Engineering Educational Design

○佐藤匠¹, 前後太河², 山崎政彦³

*Takumi Sato¹, Taiga Zengo², Masahiko Yamazaki³

Abstract- In recent years, the number of business that span various fields has increased due to technological developments. As a result, human resources who can develop complicated systems have been required. MBSE is said to be effective there. You can understand complex systems by using MBSE. However, MBSE education has not penetrated so much and is not used at present. Therefore, in this research, we design MBSE education, actually conduct it, and evaluate the validity of it. Finally, it suggests the practicality of MBSE education.

Keywords : MBSE, Engineering Education, Education Design, Systems Engineering,

1. はじめ

航空機, 自動車, プラント, 携帯電話, 宇宙機, 情報システムなど, 今日の「システム」はあらゆるところで大規模化・高機能化・複雑化している. 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で行われることが多い. 一方で, このような大規模・複雑なシステムの開発でさえ, 短期開発や低コスト性が要求される. こ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には, 設計者の経験や勘に頼るのではなく, 異なる技術分野の人達全員が同じ認識をもってシステム開発やものづくりをすることが必要となる. そこで, 有効だといわれているのが^[1]モデルベースシステムズエンジニアリング (MBSE) である. MBSE は今後のシステム開発に大きな役割を果たすということで注目を浴びているが, 学習機械としては十分ではない. MBSE を学習内容として扱う場合, 抽象的な概念を教えるだけの授業になってしまい, 具体と抽象が結びつかず, 実践的でつかえる学びにならないというのが現状である.

そこで本研究では, HEPTA-Sat と呼ばれる超小型人工衛星教育キットを用いて, 実際に手を動かしながら, MBSE を体系的に理解できる授業デザインを行い, その有効性を示す.

2. 関連する研究の整理と本研究の目的

本研究では, 超小型人工衛星教育キットを用いて MBSE の授業設計を行い, 東京工業大学の「システムズエンジニアリング実践」で授業を行う.

2.1 超小型人工衛星教育キット「HEPTA-Sat」

HEPTA-Sat (Fig. 1) は 1U (10cm 立法) サイズの模擬人工衛星で, 3枚の基盤とそれらを保持する構体で構成されており, 多くの衛星がもつ基本的な 6つの機能を 6つのサブシステムによって実現している (Fig. 2).

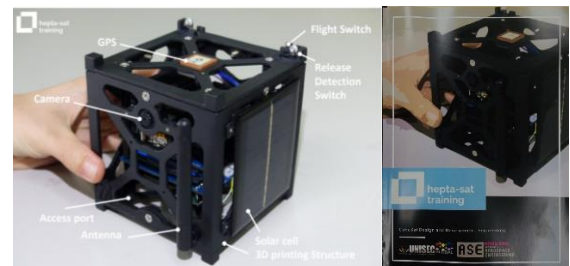


Fig 1. HEPTA-Sat & Textbook

また, それぞれのサブシステムはいくつかのコンポーネントによって構成されており, これらのコンポーネントの多くは簡単に取りつけ, 取り外しが可能となっている. そのため, 半田付けなどの技術を持っていないくとも, 容易に開発が可能であるため, 誰でもシステムのつながりを手にとりながら学ぶことができる.

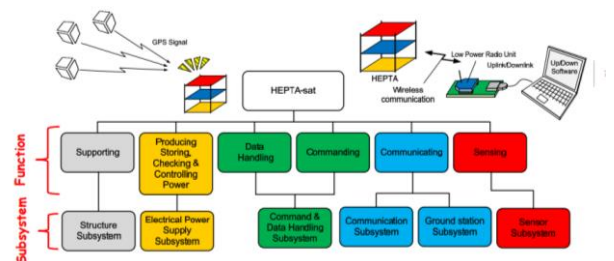


Fig 2. System Architecture of HEPTA-Sat

1: 日大理工航空宇宙工学科 学部4年 2: 日大理工航空宇宙工学科 修士2年
3: 日大理工航空宇宙工学科 教員

2.2 システムズエンジニアリング授業

東京工業大学大学院の「システムズエンジニアリング実践」という授業でMBSEの授業設計したものを試していく。またこの取り組みは2018, 2019年にも行われていたので、2020年は過去に受講した学生からのフィードバックをもとに授業デザインをした。授業時間としては、1コマ100分で、それを16コマ(1週2コマ)で行う。

2.3 本研究の目的

現時点でのMBSE教育では、抽象的な教えが多く、具体要素があまりなく、実践に活かす学びになっていない。そこで本研究では、HEPTAという物理システムを用いて、実際に自分の手で動かし、概念と実践を結びつける学びを提案する。そしてそれが、MBSE教育に有効であることを示すとともに、体験学習の応用性も示すことを目的としている。

3. MBSE 授業デザイン

3.1 過去の取り組み

以前は、モデルを表すのにモデリングツールを用いて教えていたが、そのツールの使い方を教えるのに時間をとられ、問題の構造を考えて理解するといったMBSE自体を体系的に学ぶ障害となってしまっていた。また、物理モデルからはいることによって、モデルとハードの関係性を知り、物理システムを実際に手に取って体験するとそれぞれのシステムのつながりがわかり、それが全体の理解にもつながった。また、2019年度でHEPTAが教えていたのは物理モデルのみで、その後、別のテーマで物理モデル、機能モデル、運用モデルを教えたが、HEPTAとの結びつきがあまり感じられなかったという声が多かった。

3.2 今回の取り組み

過去の取り組みの結果から今年の授業カリキュラムで大事にした点を、3つ述べる。

- ・HEPTAを用いた授業を最初に行う
- ・モデリングツールを使わず、モデル演習を行う
- ・HEPTAを題材に物理モデルだけでなく、機能・運用モデルのミッションを与えて、教える

最終的には、各班(1班2人くらいの予定)に分かれて各班でこちらが与えた衛星に関連したミッションを実際に物理・機能・運用モデルで各々考え、まとめてもらいプレゼン形式で発表を行う。その後、この授業のアンケート調査を行う。今年の授業参加者は、6名(3名対面、3名オンライン)

この授業のカリキュラムのおおまかなものを以下に

示し、全体の流れを表(Table1)に示す。

1. システムズエンジニアリング(SE)の概念を講義形式で教える
2. HEPTAを使って物理システムを体験する
3. HEPTAの機能モデルや運用モデルにおけるミッションを与えて、モデル演習を行う。
4. 各班でプレゼンを行う
5. 授業アンケートを行う

Table1. the flow of the entire lesson curriculum

週	日付	授業テーマ
1	10/1	SEの導入, ロジカルシンキング講座
2	10/8	HEPTAを実際に手を動かしながら体験①
3	10/15	HEPTAを実際に手を動かしながら体験②
4	10/22	HEPTAの機能・運用モデルの説明, MBSE概念の説明
5	10/29	運用・機能モデル演習
6	11/5	物理モデル演習
7	11/12	グループワークで, 実装と試験
8	11/26	最終発表会, アンケート調査

4. まとめと今後の展望

本論文では、モデルベースシステムズエンジニアリング(MBSE)の実践的理解をするために物理システム(HEPTA)を実際に手で触りながら、物理モデル、機能モデル、運用モデルを理解する。その後ミッションを与え、実際に各モデルを自分で考え、発表まで行う授業デザインを示した。過去の授業アンケートからモデリングツールを用いないことや、HEPTAが物理モデルだけの説明で終わらないように、運用モデルや機能モデルも考え、説明も行った。現時点では、今年度の授業はまだ進行中である。したがって、今回の改善した部分の結果を今後示していく。また、今回はじめてとなるオンライン授業のアンケートも反映させて、今後はオンライン授業展開も考えていく。

最終的には、対面の良さとオンラインの良さをそれぞれわけて考え、それぞれに応じた授業展開できるとともに、超小型人工衛星開発に関わらず、様々な分野に使えるMBSEを実践・学習できる授業やツールの実現を目指す。

5. 参考文献

- [1] IPA 独立行政法人 情報処理推進機構 : 「モデルベースシステムズエンジニアリング手引き」, pp1-41, 2013年8月