

はじめてのモデルベース開発体験

ご購入はこちら

新井 正敏

実際に手を動かしながら…一連の流れを体験してみる

実際の解説に入る前に、本特集で解説するモデルベース開発の流れについて、ソフトウェア同士で動作を検証するシミュレーションSILSを用いた検証も含めて体験します(図1)。

題材には、東京大学の物理入試問題を選びました。3つのステップで体験します。

● ステップ①…微分方程式の構築(人手)

物理現象(ここでは東京大学の2018年の物理入試問題⁽¹⁾)を読み解き、その内容を数式として表現し、最

終的に微分方程式を構築します。

問題内容や詳しい導出方法は第8章で解説しますが、ここで重要なのは力学的エネルギー保存則と運動量保存則です。

まず、物理現象を表すために、次のように変数とその次元(単位)を定義します。

- M [kg] : 台の質量
- m [kg] : 小球の質量
- x [m] : 台の位置
- x_m [m] : 小球の位置
- L [m] : ひもの長さ
- θ [rad] : ひもの角度

最終的には、図2に示すように、台の位置 x とひもの角度 θ に関する微分方程式を導出します。

ここで強調しておきたい重要な点は、微分方程式の構築は人手で行い、その内容に対して人が責任を持つ必要があるということです。そのため、数学的に導出したモデルが物理的に妥当であるかどうかを確認する手段として、SILSの活用を推奨します。SILSを用いることで、数式、モデル、物理現象の対応関係を視覚的に確認できます。

● ステップ②…モデルの実行(機械)

図2で導出した微分方程式に基づいて、Simulinkモデル^{注1}を構築し、シミュレーションを実行します。この段階では、人が数式の意味を考える必要はなく、

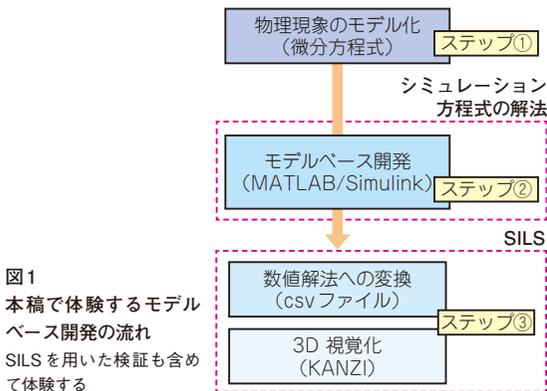
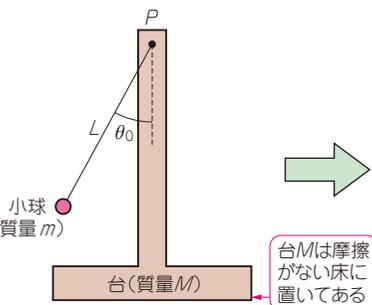


図1
本稿で体験するモデルベース開発の流れ
SILSを用いた検証も含めて体験する



(a)⁽³⁾ 物理現象の模式図

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \frac{m \sin \theta (L \dot{\theta}^2 + g \cos \theta)}{M + m \sin^2 \theta} \\ \ddot{\theta} &= -\frac{\sin \theta}{L} \frac{(M + m) g + m L \dot{\theta}^2 \cos \theta}{M + m \sin^2 \theta} \end{aligned}$$

(b) モデル化(微分方程式)

図2⁽¹⁾
物理現象(東京大学の入試問題)を読み解いてモデル化する
問題内容や詳しい導出方法は第8章で解説する。ここではモデルベース開発の流れを体験する題材として使用する