

製品・システムの複合化に対応した設計を支援

対話形式で解きほぐす Modelica活用法

第6回 伝熱系のモデリング

明治大学 大富 浩一* Modelica Association 平野 豊**
金沢工業大学 福江 高志***

*おおとみ こういち：理工学部機械情報工学科 客員研究員

**ひらの ゆたか：1984年、トヨタ自動車(株)入社、シャシー設計、車両運動制御、モデルベース開発、人工知能、ロボット、人間特性などの研究開発に従事。現在は、自動運転、スマートシティ関連の新事業、新技術開発に従事。自動車技術会、日本機械学会、計測自動制御学会、Modelica Associationの会員。

***ふくえ たかし：工学部 機械工学科 講師

今回は、Modelicaを用いて伝熱系の現象のモデリングを行う手順について学ぶ。伝熱の専門家である福江先生にも加わっていただく。最初に、伝熱の基本的現象である熱伝導を取り上げ、この現象の定式化、支配方程式の導出、Modelicaにより直接解く方法、標準ライブラリ(MSL)を用いて解く方法を説明する。次に、熱伝導を含めた伝熱の3つの形態を説明、この定式化、直接解く方法、MSLを用いて解く方法を紹介する。最後に、より現実的な対象をMSLで解くことを示すことにより、MSLの有効性を体験していただく。



伝熱という現象について教えてください

“伝熱”という言葉は、熱が伝わることを意味している。では、熱とは何で、これが伝わるとはどういうことだろうか。一番身近なのは、手で何かに触れたときに感じる感触である。ビールを

飲むときには冷たく、お茶を飲むときには温かく(熱く)感じる。これは、手の温度とビールのジョッキ、お茶の茶碗の温度が異なることから起こる現象である。すなわち、温かい方から冷たい方に熱が移動することにより、冷たく感じたり、温かく感じたりする。熱の移動の速さと量によって度合いも変化する。

図1の上図に示す現象を考える。左側に100℃の物質、右側に0℃の物質があり、両者がある物質を介して接続されている。この場合、左側(温かい方)から右側(冷たい方)に向かって熱は移動する。この現象を熱伝導と言い、伝熱の基本現象である。熱を伝える物質を熱伝導体と呼ぶ。模式的に書くと図1の下図となる。 Q [W]は熱量、 T [℃またはK]は温度、 C [J/K]は熱容量、 G [W/K]は熱コンダクタンスと呼ばれている。



熱伝導現象をModelicaで直接式を書いて解きたいのですが

そのためには図1の現象を定式化する必要がある。高温部 T_1 から低温部 T_2 の間の熱伝導体を伝える熱量は、Fourierの法則により次式で定義できる。

$$Q = -G(T_2 - T_1) \quad (1)$$

ここに、

$$G = \lambda A / L$$

で、 λ [W/(m·K)]：熱伝導率、 A [m²]：伝熱面

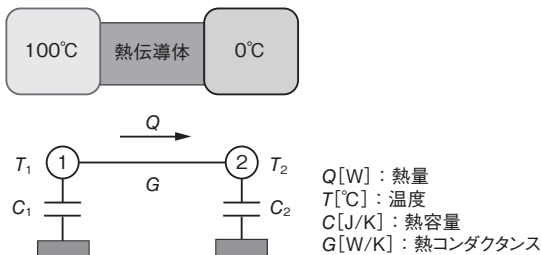


図1 対象とする伝熱現象とモデル化