

OpenModelica勉強会

OpenModelicaとModelica概要

2024年4月9日

足利大学工学部創生工学科

電気電子分野

西 剛伺

- シミュレーション (simulation) とは・・・

「現実の世界で起こっている現象を数学モデルで記述して、その仮想空間の中で起こる現象をコンピュータを駆使して解き、結果を可視化などの手法により表示して、あたかもその解が現実空間で起こった事象であるかのごとく見せる手法である。」

以下の書籍から抜粋：

『工学シミュレーションの品質保証とV&V』
(ISBN978-4-621-08628-5)

モデル化
(モデル作成)

ソルバ実行
(3次元ではメッシュ
生成+ソルバ実行)

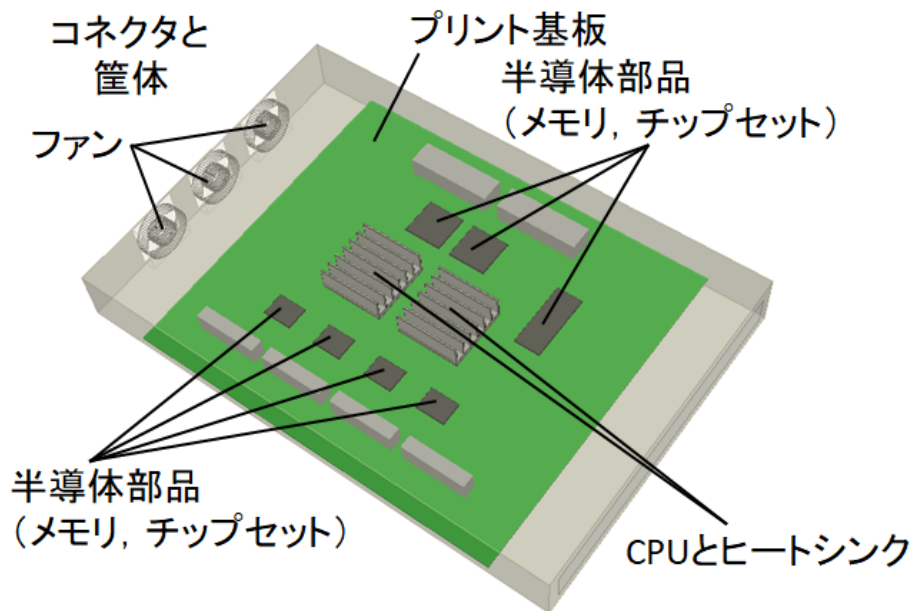
可視化

モデル化の例

- 現象を数学モデルで記述.

<3次元モデルの作成>

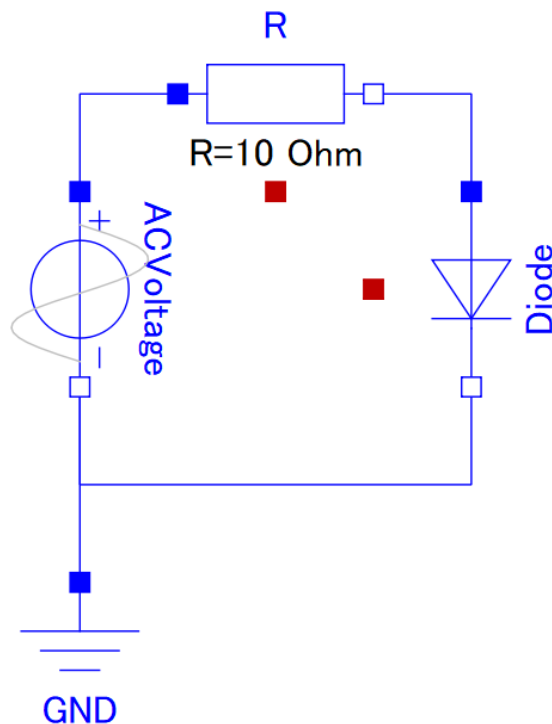
実際の形状をそのままモデル化.



OpenModelica

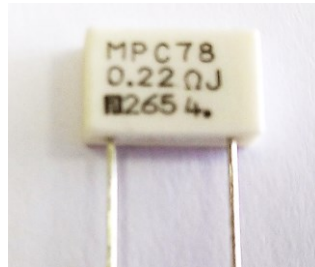
<概念モデルの作成>

形状ではなく, 概念をモデル化.



概念をモデル化とは？

- 例えば，抵抗の場合，



概念のモデル化では，
形状には関係なく，
モデル化する対象の
役割を数式で表す．

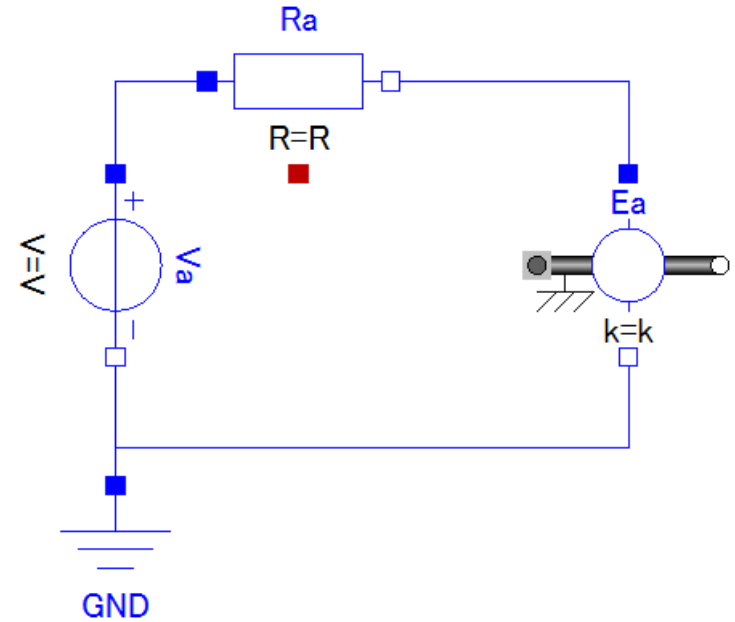
抵抗の役割は抵抗値
を有し，以下の関係を
成り立たせること．

$$V = RI$$

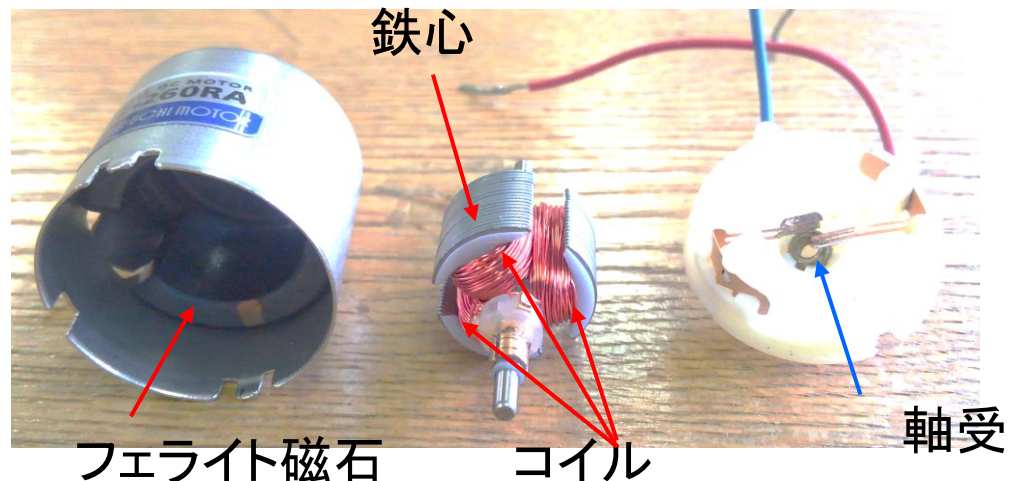
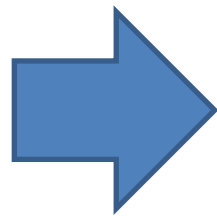
概念モデルの例：モータ

モータは円筒形状をしているが、「等価回路」表現では、特性を有する回路素子を用いてモデルを構成.

以下の写真のような直流モータは、右図のような等価回路で表現される.



分解



回路シミュレーションと言えば、SPICE(スパイスと読む)が有名.

米国カリフォルニア大学バークレー校で開発され、SPICE3(1985年)まで開発される.

有名なSPICEソフトウェアはPSPICEがある.

その他、フリーで使えるものとしては、LTSPICEが有名.

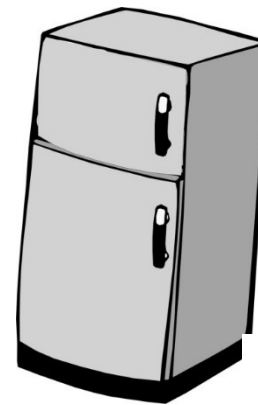
※ SPICEはSimulation Program with Integrated Circuit Emphasisの略.

半導体の特性は温度等，電気以外の要因にも依存する。また，半導体を単体で使用することはほぼない。

→ マルチドメインシミュレーション環境の必要性

例えば，・・・

- 冷蔵庫の消費電力を最小化するには？
- 自動車の
 - 燃費を最大化するには？
 - 実用上の安全性を担保するには？



マルチドメインを扱える主なツールは以下の通り.

MATLAB/Simulink

Mathworks社
独自の環境

制御に定評
ライセンスが必要

VHDL-AMS

電気回路から拡張された
標準モデル記述言語

複数の商用ソフトウェア
ライセンスが必要

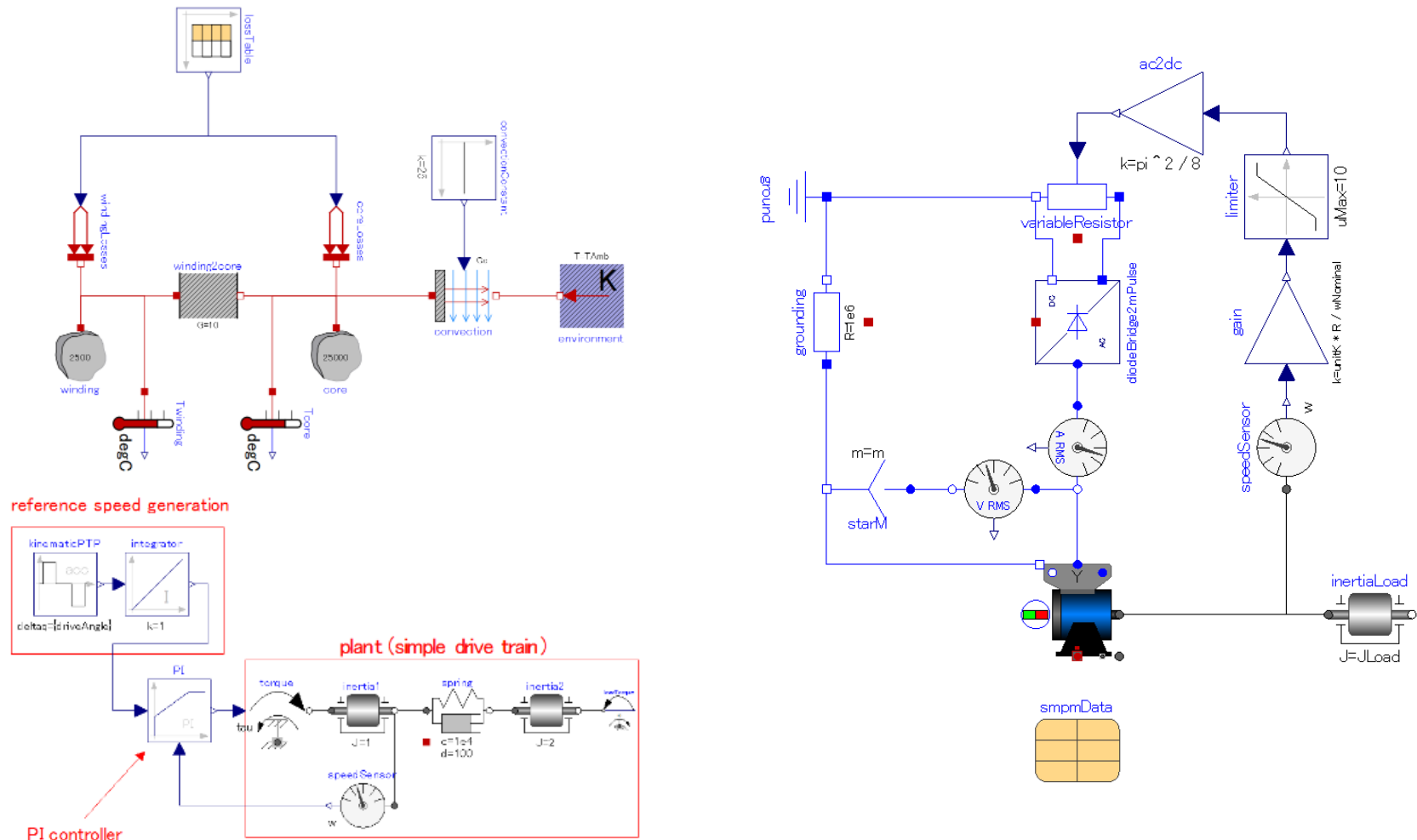
Modelica

プラントモデルに強い
標準モデル記述言語

複数の商用ソフトウェア
オープンソースもあり

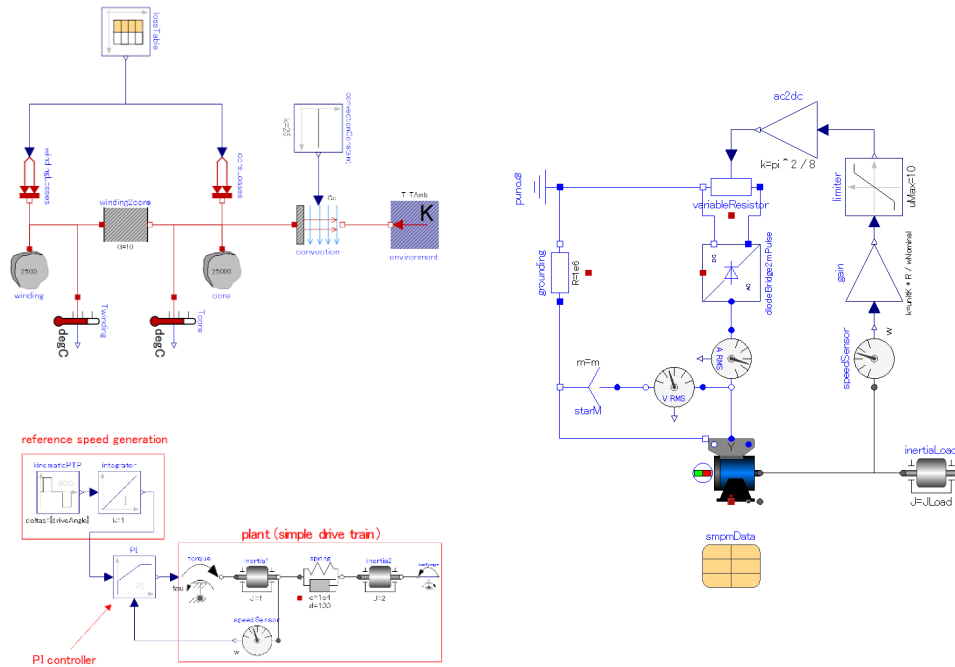
Modelicaモデルの例

Modelicaは、複雑な物理系を効率的にモデル化するのに便利。



Modelicaとは？

Modelicaは、複雑な物理系を効率的にモデル化するための、プログラでない、数式ベースのオブジェクト指向言語である。



最新バージョンは3.6



Modelica[®] – A Unified Object-Oriented Language
for Systems Modeling

Language Specification

Version 3.6

March 9, 2023

Modelica Association

Abstract

This document defines the Modelica¹ language, version 3.6, which is developed by the Modelica Association, a non-profit organization with seat in Linköping, Sweden. Modelica is a freely available, object-oriented language for modeling of large, complex, and heterogeneous systems. It is suited for multi-domain modeling, for example, mechatronic models in robotics, automotive and aerospace applications involving mechanical, electrical, hydraulic control and state machine subsystems, process oriented applications and generation and distribution of electric power. Models in Modelica are mathematically described by differential, algebraic and discrete equations. No particular variable needs to be solved for manually. A Modelica tool will have enough information to decide that automatically. Modelica is designed such that available, specialized algorithms can be utilized to enable efficient handling of large models having more than one hundred thousand equations. Modelica is suited and used for hardware-in-the-loop simulations and for embedded control systems. More information is available at <https://modelica.org>.

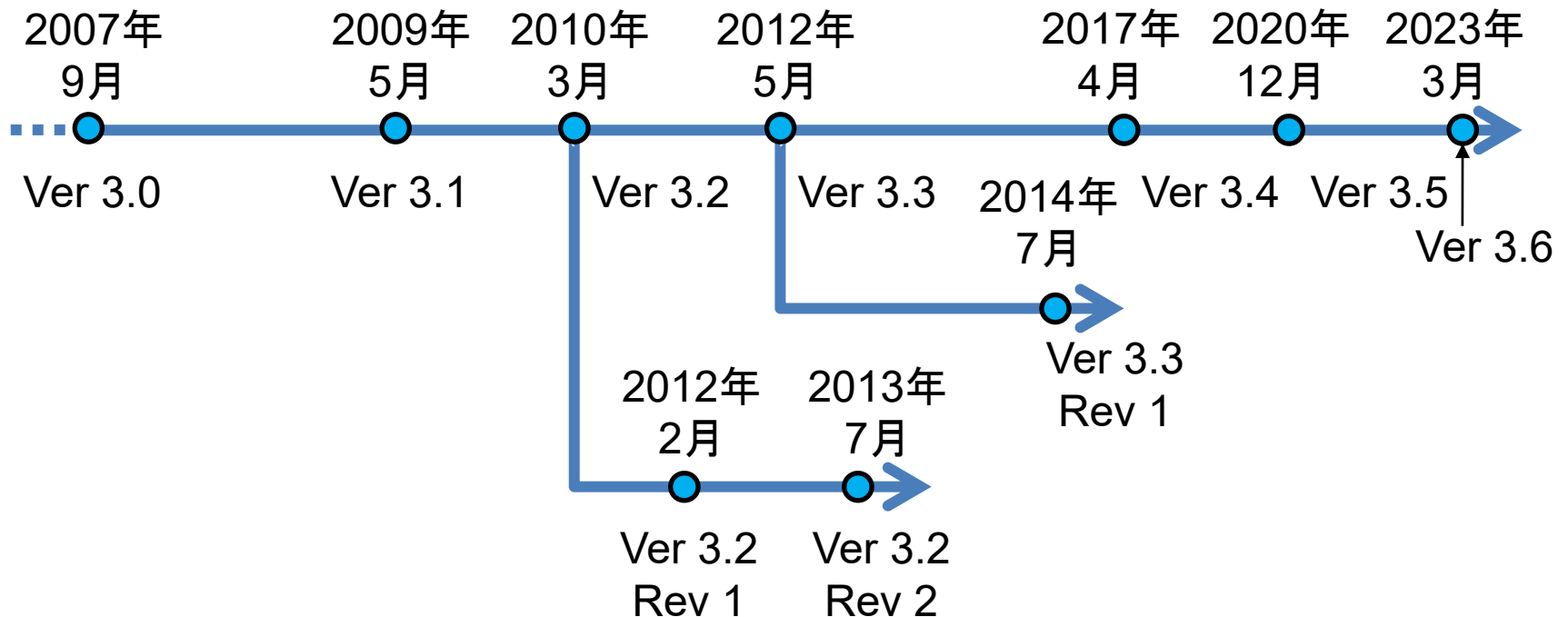
¹ Modelica is a registered trademark of the Modelica Association.

Modelicaの変遷



First Modelica design group meeting

2000年にModelica Association (MA) が設立され、Modelicaの仕様を策定・管理している。

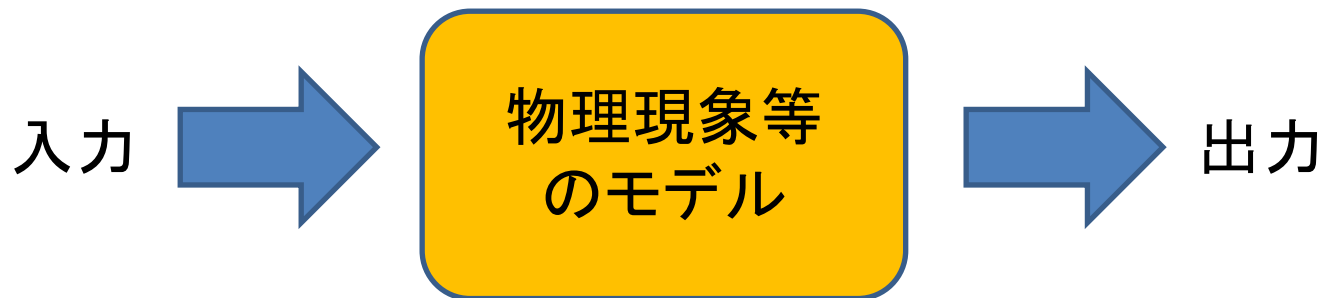


Modelicaには、以下のような特長がある。

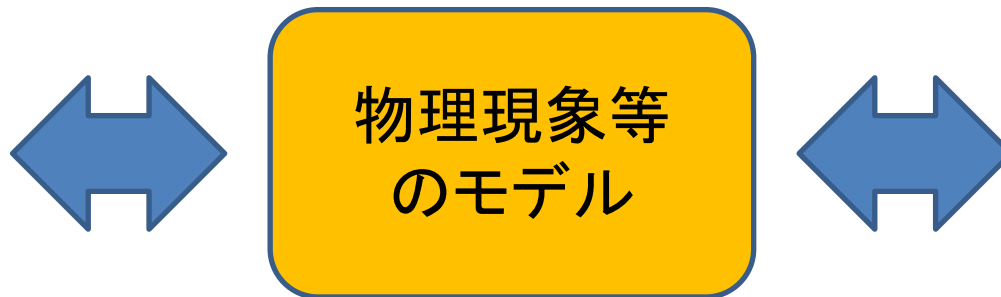
- 方程式を記述できる。
- 単位の概念を有し、電気、構造、磁気、流体、熱といった異なるドメインを連成して解くことができる。
- 言語仕様にGUI(アイコン、ダイアグラム)が規定されており、GUI環境でコンポーネントを接続することでモデルを作成できる。
- 有償、無償のライブラリを活用することで、検証済みのさまざまなコンポーネントを利用できる。
- クラスの概念をベースとしており、新たな機能を追加したモデルを継承によって簡単に作成できる。

Modelicaは方程式をサポートすることで、非因果的モデル化を可能にしている。

因果的 (causal) : 入力と出力の関係が決まっている。

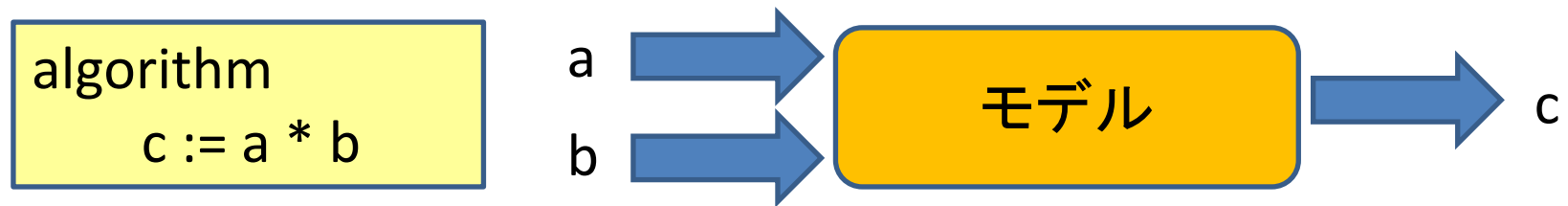


非因果的 (acausal) : 入力と出力の関係は時と場合によって変わる。

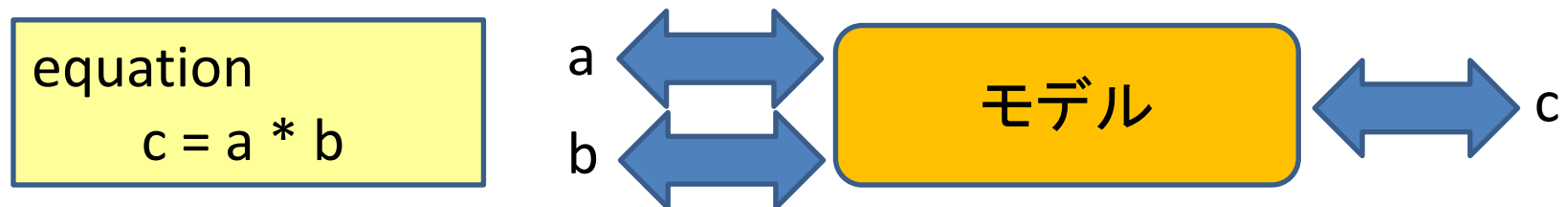


Modelicaは方程式をサポートすることで、非因果的モデル化を可能にしている。

因果的 (causal) : 入力と出力の関係が決まっている。



非因果的 (acausal) : 入力と出力の関係は時と場合によって変わる。



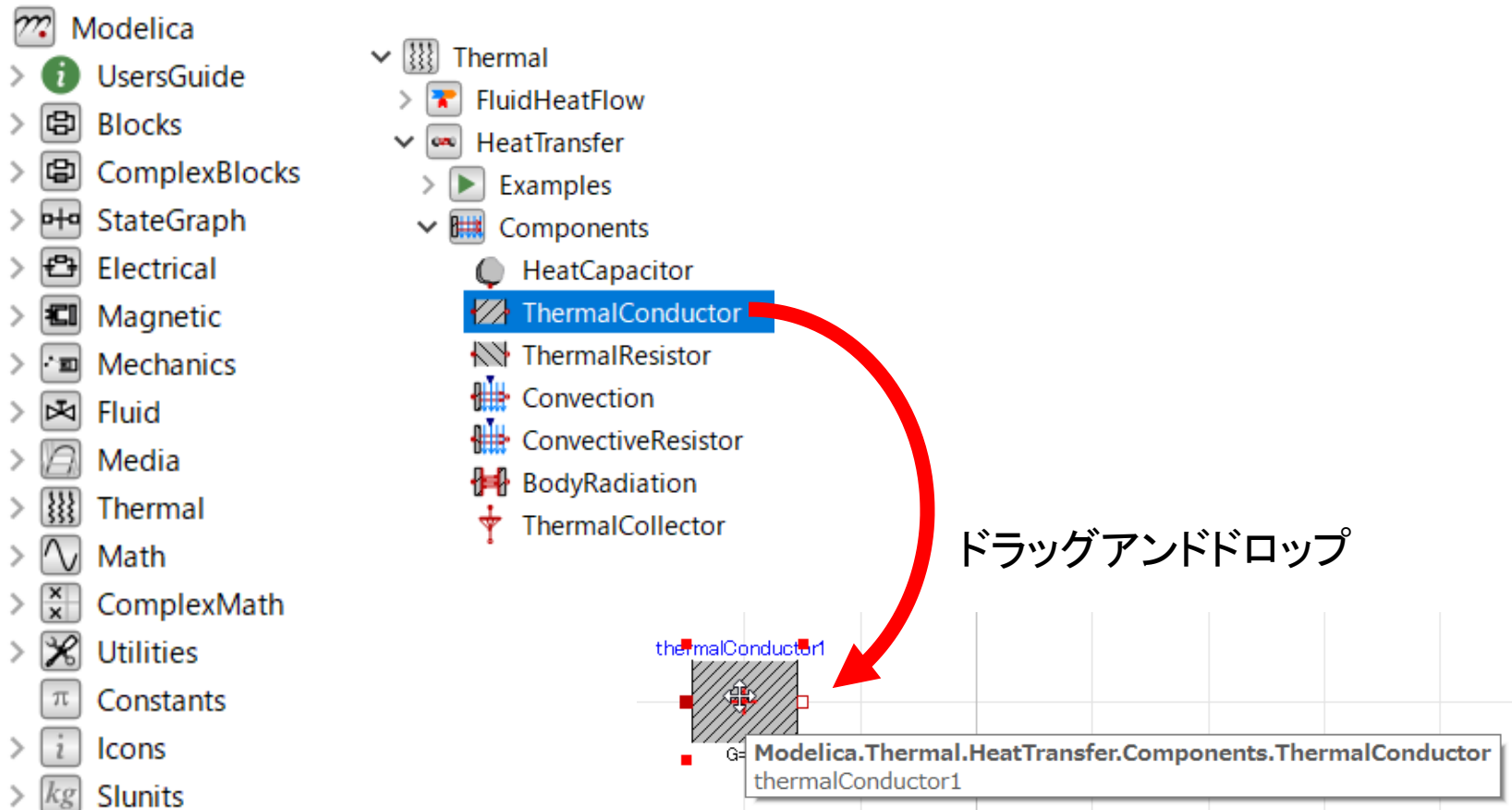
Modelica Standard Library (以下, MSL)は, Modelica Associationが提供する無償のライブラリ.

電気, 磁気, 機械, 流体, 熱の物理ドメインごとにサブライブラリ構成を採っている.

<https://github.com/modelica/ModelicaStandardLibrary>

- Modelica
 - UsersGuide
 - Blocks
 - ComplexBlocks
 - Clocked
 - StateGraph
 - Electrical
 - Magnetic
 - Mechanics
 - Fluid
 - Media
 - Thermal
 - Math
 - ComplexMath
 - Utilities
 - Constants
 - Icons
 - Units

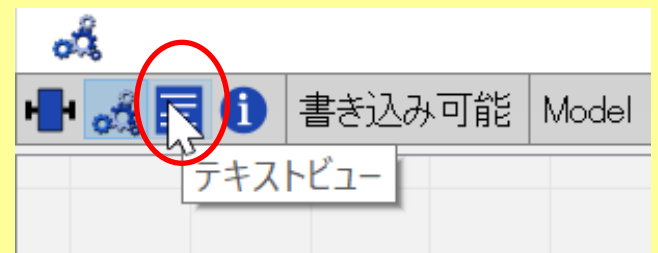
Modelicaでは、コンポーネントを組み合わせてモデルを作成できる。



OMEditを用いて作成したモデルは、プログラムとして保存される。

```
model ThermalNetwork01
  Modelica.Thermal.HeatTransfer.Sources.FixedHeatFlow HeatSource(Q_flow = 10)
  annotation(...);
  Modelica.Thermal.HeatTransfer.Components.ThermalResistor Rth(R = 5)
  annotation(...);
  Modelica.Thermal.HeatTransfer.Components.HeatCapacitor Cth(C = 3, T(displayUnit =
  "degC", fixed = true, start = 298.15)) annotation(...);
  Modelica.Thermal.HeatTransfer.Celsius.FixedTemperature TA(T = 25) annotation(...);
  equation
    connect(HeatSource.port, Rth.port_a) annotation(...);
    connect(HeatSource.port, Cth.port) annotation(...);
    connect(Rth.port_b, TA.port) annotation(...);

  annotation(...);
end ThermalNetwork01;
```



Modelicaには，Modelica言語を使用して記述されたオープンソースもしくは商用のライブラリが存在する。




<https://www.modelica.org/libraries>

Libraries

Colour-code for download buttons:

- MA Library (standard conforming)
- MA Library (not yet standard conforming)
- MA Library (deprecated)
- User Library (with license)
- User Library (no license)
- No official release yet (development version might be available)

Standard conforming libraries developed by the MA

Name	Description	Last Release	Last Active
ModelicaStandardLibrary	Free (standard conforming) library from the Modelica Association to model mechanical (1D/3D), electrical (analog, digital, machines), magnetic, thermal, fluid, control systems and hierarchical state machines. Also numerical functions and functions for strings, files and streams are included.	 v3.2.3 (5 months ago)	3 days ago
Modelica_Synchronous	Free (standard conforming) library to precisely define and synchronize sampled data systems with different sampling rates. It provides convenient to use blocks to utilize the new synchronous language elements introduced in Modelica 3.3.	 v0.93.0 (2 months ago)	18 days ago
VehicleInterfaces	Free (standard conforming) library from the Modelica Association for interface definitions and architectures for vehicle system modeling	 v1.2.5 (3 months ago)	23 days ago

Other libraries developed by the MA

Name	Description	Last Release	Last Active
Modelica-Compliance	A semantics compliance suite for the Modelica language	N/A	12 days ago

※ 2019年6月8日現在のキャプチャ

OpenModelicaはオープンソースのModelicaを用いたモデル化シミュレーション環境。モデルの作成, 実行, 結果の表示まで行うことができるいわゆる統合環境である。

OpenModelica Connection Editor (OMEdit)では, GUI上で一連の作業を行うことができる。



OpenModelicaの入手

無償でダウンロードし利用できる。

現在の最新版は, v1.22.3.

以下のリンクからダウンロード可能。

(OpenModelica_v1.22.3-64-bit.exeをダウンロード。)

<https://build.openmodelica.org/omc/builds/windows/releases/1.22/3/64bit/>

OpenModelicaは、全角文字を認識しないため、使用するWindowsユーザアカウントは半角（英数字等）で作成されたものに限る。

その他、インストールの詳細は
「はじめてのOpenModelica」
ISBN 978-4-7775-2152-4
の第1章を参照。

