

Getting started with *LMS Imagine.Lab AMESim*

イマジンジャパン株式会社

2日目

講習内容

➤ モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤ AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤ Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤ 制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤ 最適化

- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

講習内容

➤モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤最適化

- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

モデル構築

- モデル構築の前に：
 - 何をモデル化したいか
(1つの部品か / システム全体の構築か)
 - モデル化の目的(設計、性能評価...)
 - モデル化により表現、観察したい現象は何か(精度/定常状態/過渡)
 - 使用可能なデータ、リソース、時間-妥協点を見つける
 - 検証データが手元にあるか

→ これらのポイントの確認により、モデルレベル、ライブラリおよびコンポーネントの選定および結果の精度を決める。

演習：車両の駆動

パラメータ

エンジン

回転慣性モーメント: 0.2 kgm²

初期シャフトスピード: 2500 rev/min

ギアボックス

回転慣性モーメント: 0.001 kgm²

ギア比: 3.0

全体のドライブライン

ロータリー剛性: 200Nm/deg

ロータリーダンパー係数: 1 Nm/(rev/min)

ドライブシャフト車体間相互トランス比重ドライブシャフトと車体の変換比率 (回転モーシオン→直線的モーシオン) : 0.1

マニュアルクラッチ

動的摩擦トルク: 400Nm

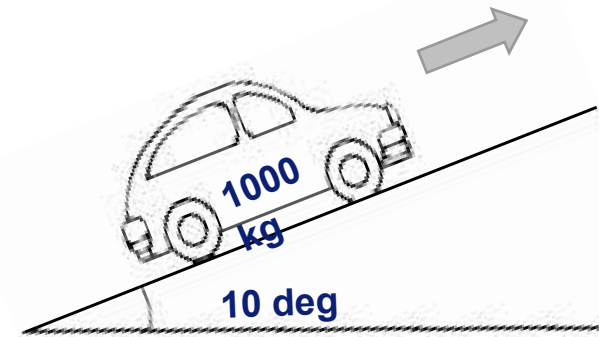
Time	Signal
------	--------

0.0	0.0
-----	-----

0.1	0.0
-----	-----

0.35	1.0
------	-----

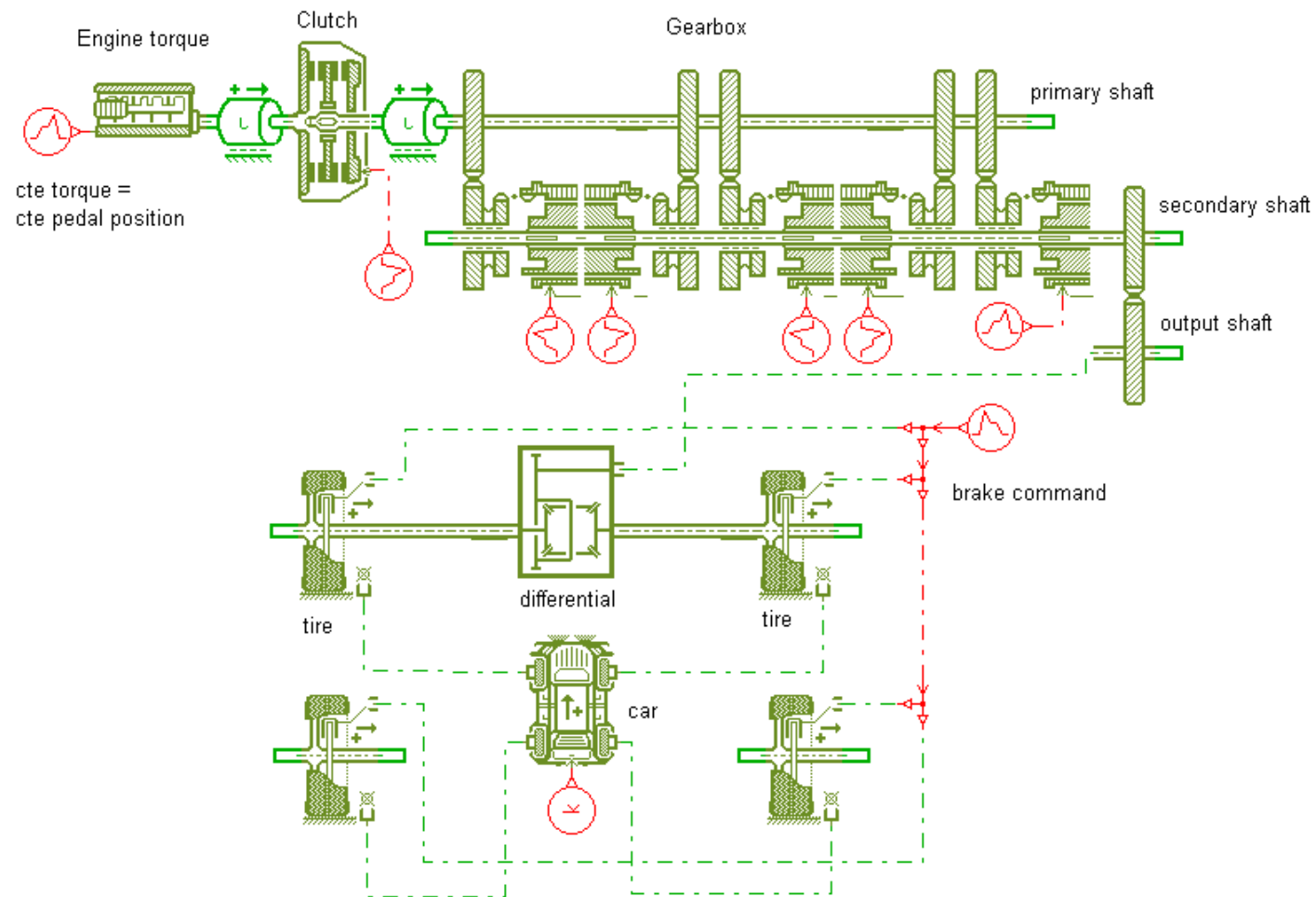
10.0	1.0
------	-----



目的: 坂道発進での車両の駆動をモデル化

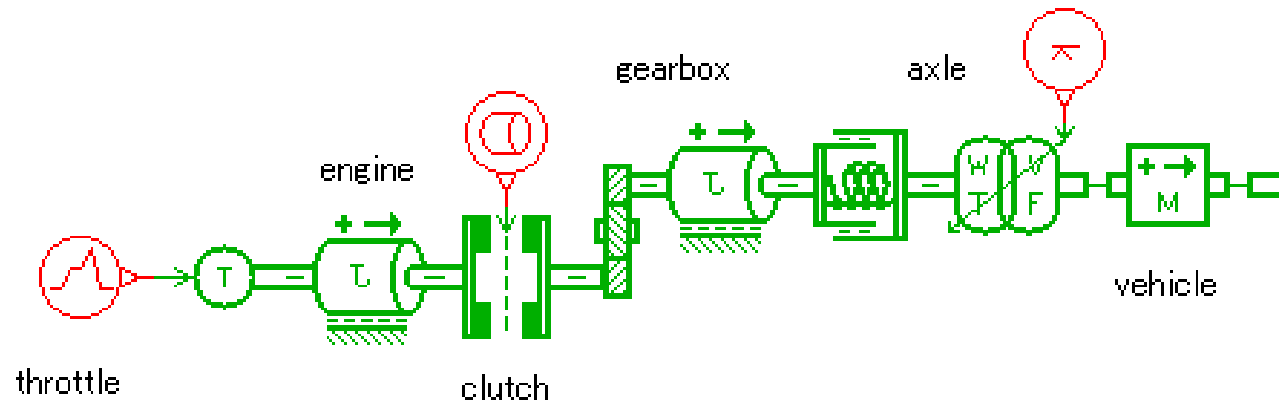
車両ドライブラインのモデル化

パワートレインライブラリを用いた複雑モデル



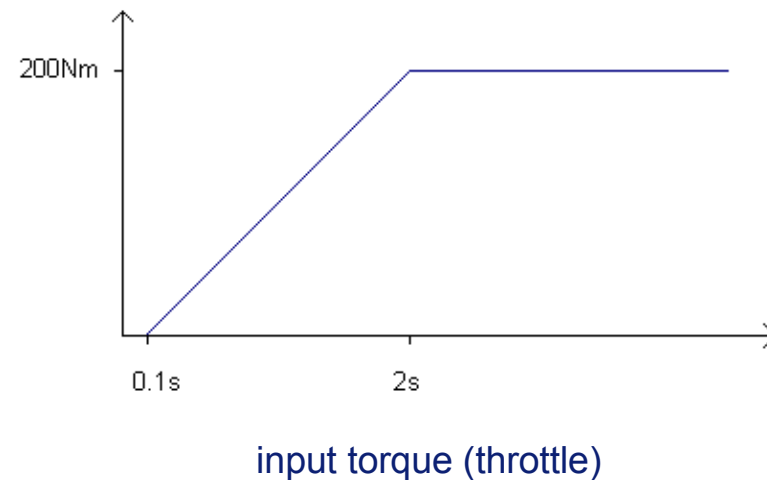
車両ドライブラインのモデル化

機械ライブラリを用いた単純なドライブラインモデル

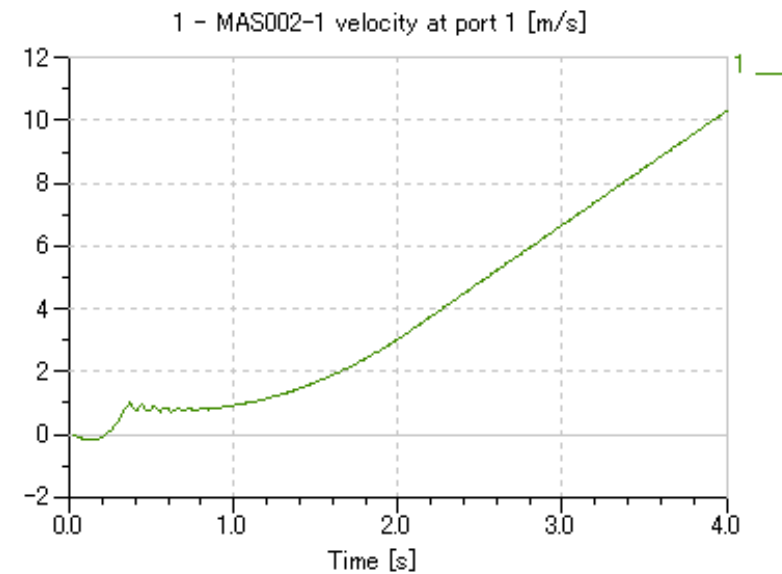
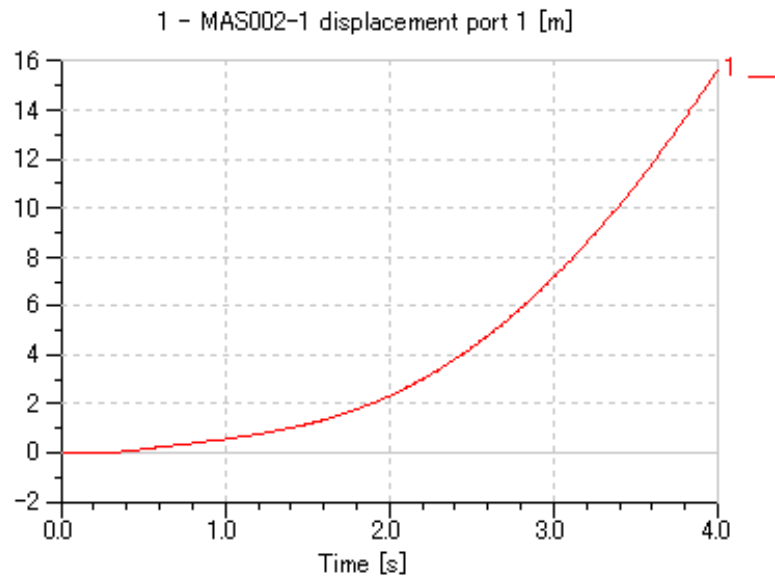


(注意) イナーシアのViscous friction=0

- 必要パラメータを入力
- 0.01秒間隔でのシミュレーションを4秒行う(コミュニケーションインターバル0.01秒)
- 車両の変位、速度をプロット

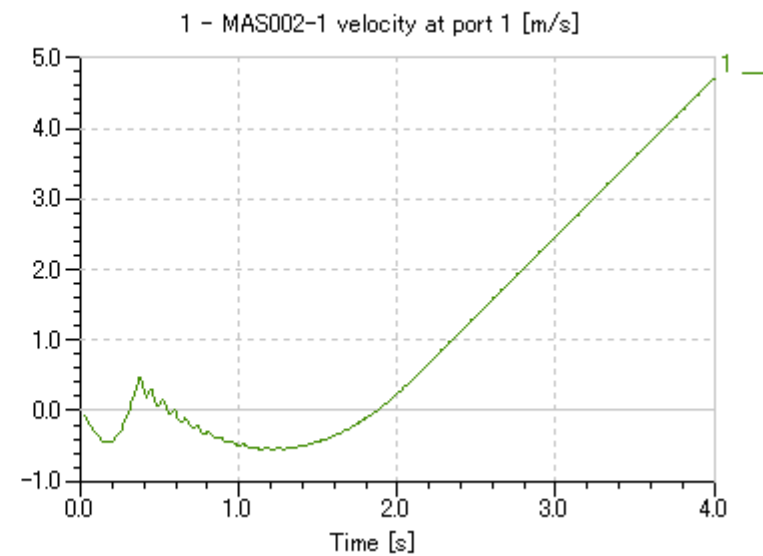
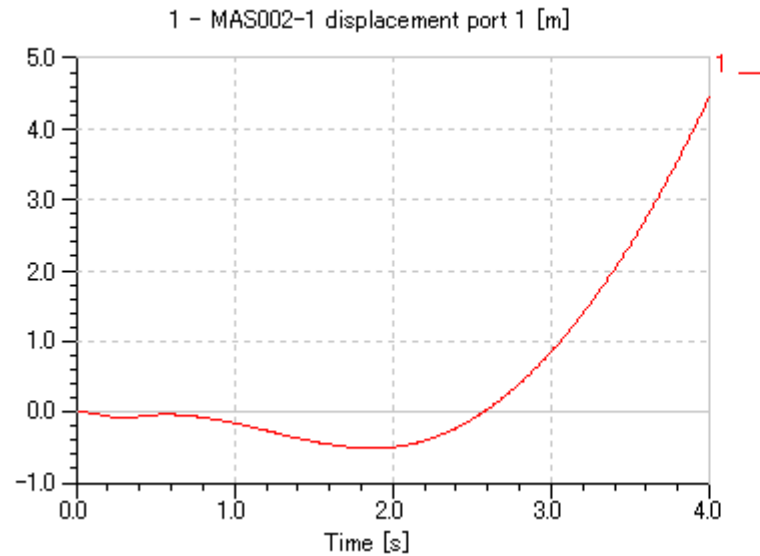


車両ドライブラインのモデル化



坂の角度を20度に変更すると、曲線はどのように変化するか？

車両ドライブレインのモデル化



問題は何か？
解決方法は？

アクティビティインデックス

目的:

→モデルに重要ではない要素(エネルギーの入出力のほとんどない)を取り除き、モデルを簡易化

- エネルギー保存の法則に基づく簡易化理論手法
- 慣性、容量、抵抗の各要素におけるパワー計算
[慣性 (I), 容量 (C), 抵抗 (R)]

アクティビティインデックス

基本公式:
$$A = \int_0^{\tau} |P(t)| \cdot dt$$

- 各要素で交換されるパワーの計算により、各コンポーネントがモデル全体に及ぼす影響を知ることが可能。
- パワーの時間依存を排除
- A=要素作用

アクティビティインデックス

- トータルアクティビティとアクティビティインデックス
 - トータルアクティビティは、シミュレーション時間内でのエネルギーのやりとりの総和を表す。

$$A^{total} = \sum_{i=1}^k A_i$$

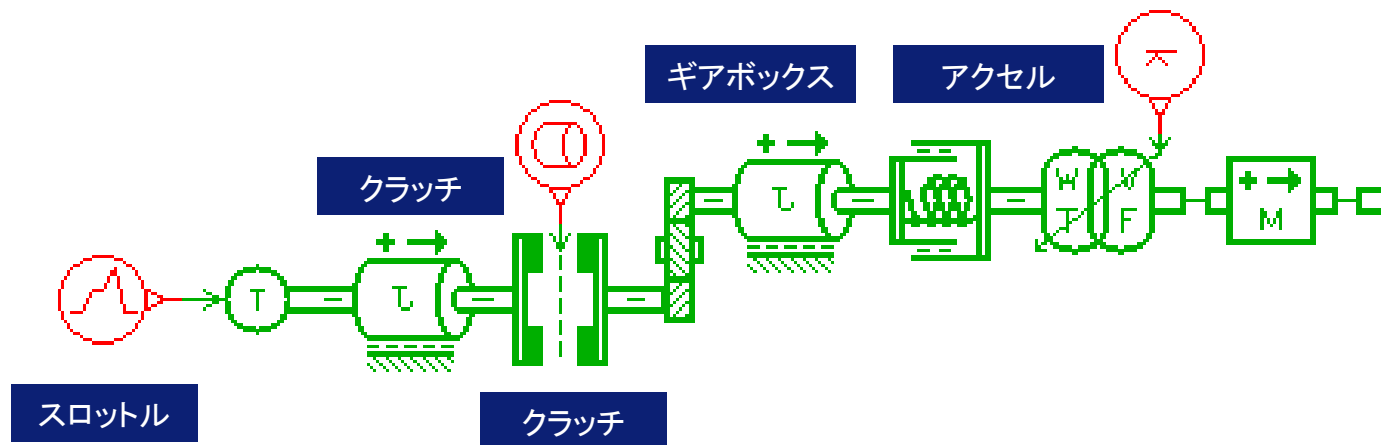
- アクティビティインデックスは、各要素でのエネルギーのやりとりの割合を表す。

$$AI_i = \frac{A_i}{A^{total}}$$

- アクティビティインデックスが低い要素は、モデル全体への影響が低いので、モデルを簡素化するために、取り除くことが可能。

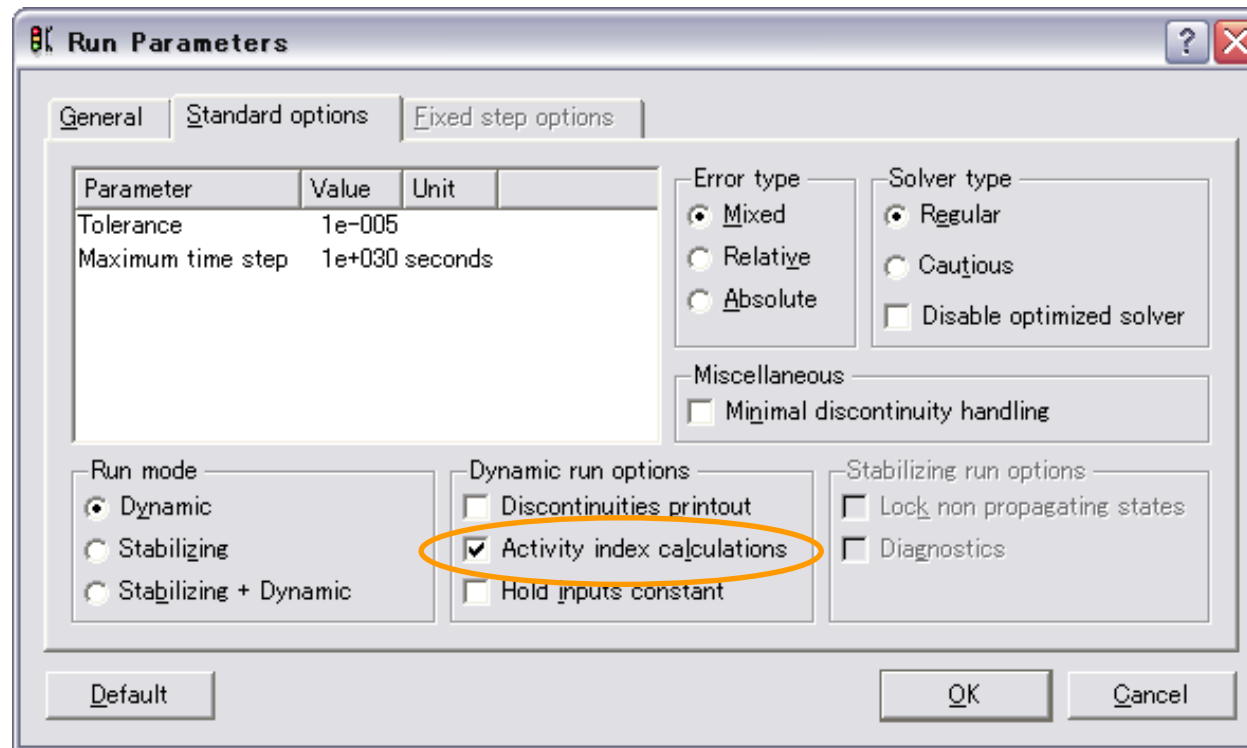
アクティビティインデックス

- 前ページ(7ページ)目のモデルを使った例



アクティビティインデックス

- ランパラメータウィンドウで、'Activity index calculations'をクリック



アクティビティインデックス

ほぼ全てのコンポーネントがアクティビティインデックスを持っている

Submodel: MAS002-1
2 port mass capable of one-dimensional motion

Select a results file: vehicledriveline_results

Title	Value	Unit	Save next	Save
velocity at port 1	12.0789	m/s	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
displacement port 1	15.5441	m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
acceleration at port 1	4.78748	m/s/s	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
force at port 1	0	N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
force at port 2	8141.55	N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
activity of mechanical inertia (mass)	73560.8	J	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Time: 4 s

Buttons: Update, Automatic update, Plot, Save none, Reset title, Save all, Help, OK, Cancel

Submodel: RSD00-1
rotary spring and damper

Select a results file: vehicledriveline_results

Title	Value	Unit	Save next	Save
torque at port 1	814.155	Nm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
rotary velocity at port 1	1153.44	rev/min	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
rotary velocity at port 2	-1153.45	rev/min	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
relative angular displacement	4.07079	degrees	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
activity of mechanical capacitance (rspring)	604.076	J	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
activity of mechanical dissipation (rdamp)	46.9332	J	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Time: 4 s

Buttons: Update, Automatic update, Plot, Save none, Reset title, Save all, Help, OK, Cancel

アクティビティインデックス

Analysis/Activity indexにより、アクティビティインデックス一覧を見ることができる

Select a results file
vehicledriveline_results

Submodel	Title	Value	Unit	Type	Index	%
RL01-1	activity of mechanical dissipation (frict)	0.00	J	R	0.00	%
RL01-2	activity of mechanical dissipation (frict)	0.00	J	R	0.00	%
RL01-1	activity of mechanical inertia (rmass)	22.97	J	I	0.02	%
RSD00-1	activity of mechanical dissipation (rdamp)	46.93	J	R	0.05	%
RSD00-1	activity of mechanical capacitance (rspring)	604.08	J	C	0.59	%
FR2R000-1	activity of mechanical dissipation (frict)	7668.35	J	R	7.50	%
RL01-2	activity of mechanical inertia (rmass)	20299.80	J	I	19.86	%
MAS002-1	activity of mechanical inertia (mass)	73560.80	J	I	71.98	%

Time: 4 s

Format
 Fixed Floating

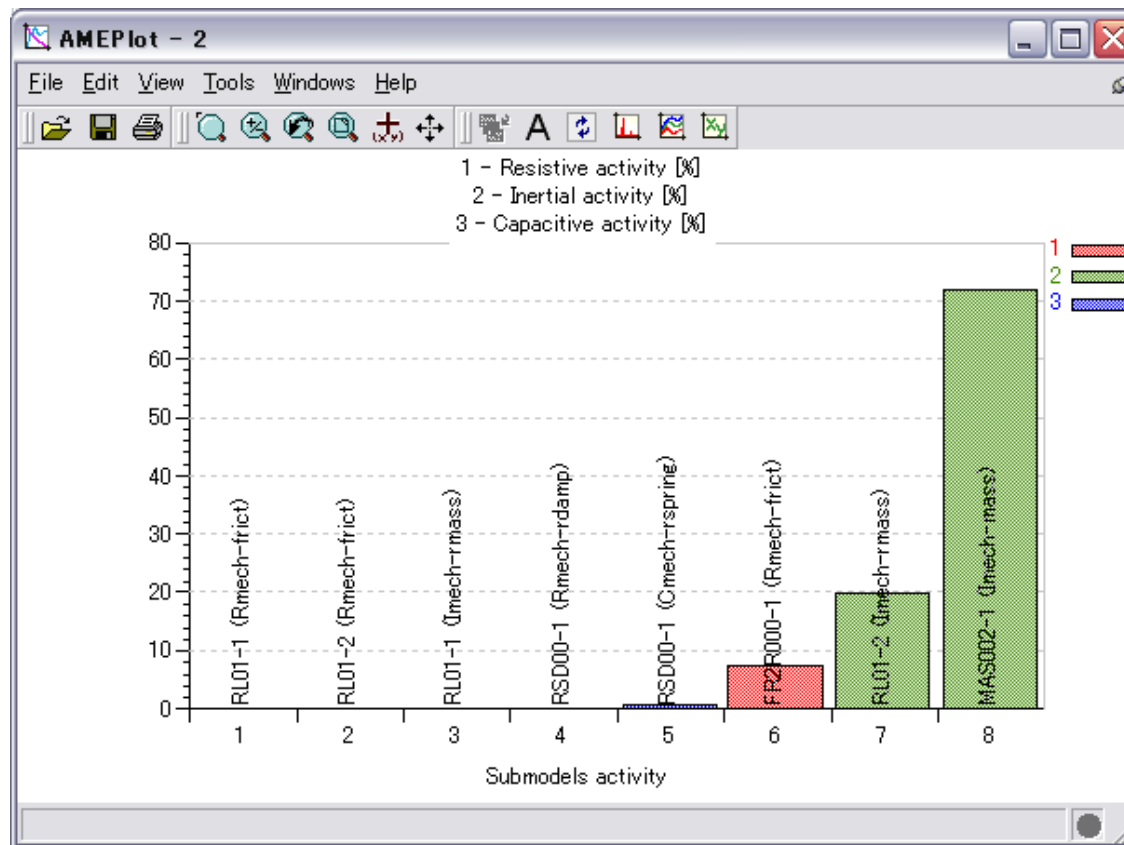
Update Automatic update

Plot

Close

アクティビティーインデックス

アクティビティーインデックスを一つのグラフでプロットできる



アクティビティインデックス

Activity Index List

Select a results file
vehicledriveline_results

Submodel	Title	Value	Unit	Type	Index	%
RL01-1	activity of mechanical dissipation (frict)	0.00	J	R	0.00	0.00 %
RL01-2	activity of mechanical dissipation (frict)	0.00	J	R	0.00	0.00 %
RL01-1	activity of mechanical inertia (rmass)	22.97	J	I	0.02	0.02 %
RSD00-1	activity of mechanical dissipation (rdamp)	46.93	J	R	0.05	0.05 %
RSD00-1	activity of mechanical capacitance (rspring)	604.08	J	C	0.59	0.59 %
FR2R000-1	activity of mechanical dissipation (frict)	7668.95	J	R	7.50	7.50 %
RL01-2	activity of mechanical inertia (rmass)	20299.80	J	I	19.86	19.86 %
MAS002-1	activity of mechanical inertia (mass)	73560.80	J	I	71.98	71.98 %

Time: 4 s

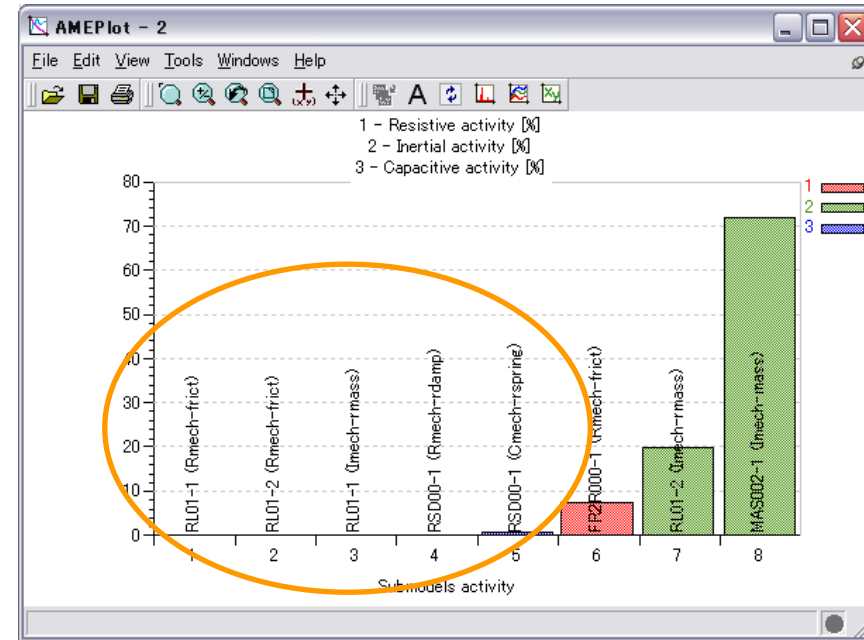
Sum = 0.66 %

Format
 Fixed Floating

Update Automatic update

Plot

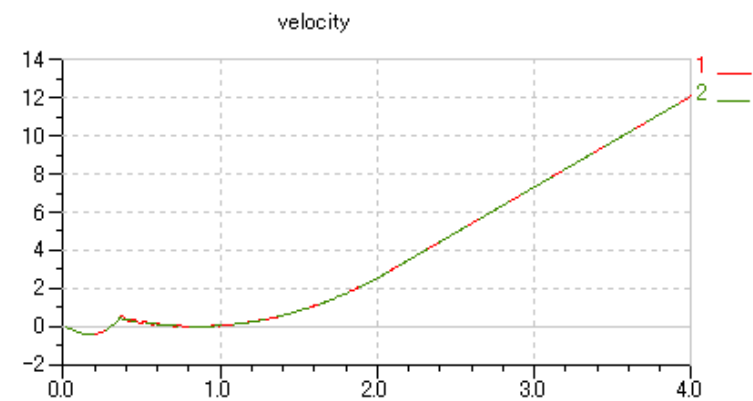
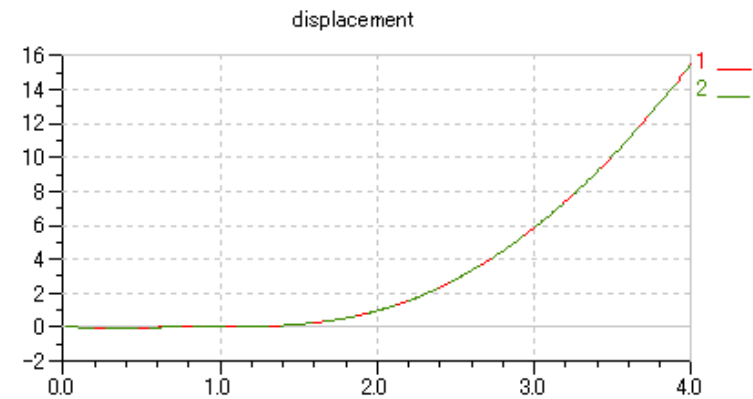
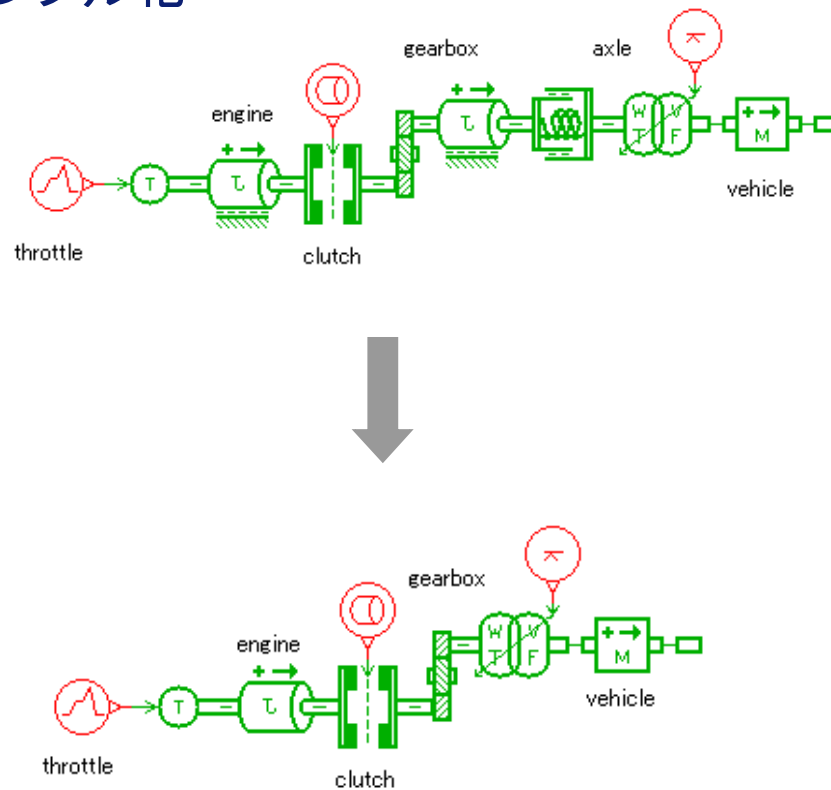
Close



この表から、ギアボックス、ドライブラインのコンプライアンス、摩擦などの要素を削除可能なことが分かる。

アクティビティインデックス

シンプル化



講習内容

➤ モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤ AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤ Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤ 制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤ 最適化

- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

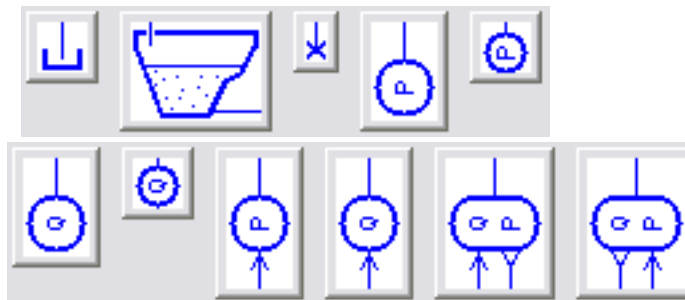
AMESimの油圧ライブラリ

油圧ライブラリ=AMESimのメインライブラリ

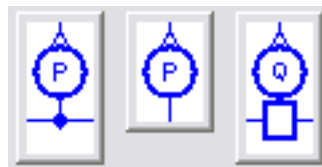
- 流体特性



- ソース(入力)



- センサー



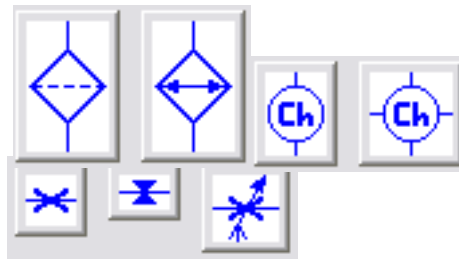
AMESimの油圧ライブラリ

油圧ライブラリのコンポーネントは、他のライブラリ使用時にも頻繁に使われる

- 接点



- 抵抗と体積



- ポンプ



- 油圧ライン



油圧ライブラリ

The screenshot shows a software window titled "Hydraulic" containing a grid of hydraulic symbols. The symbols are organized into several rows and columns. On the left side of the window, there are five labels with arrows pointing to specific rows of symbols:

- Accumulators**: Points to a row containing various accumulator symbols, including a simple cylinder and more complex spring-loaded versions.
- Pressure valves**: Points to a row containing symbols for pressure-reducing valves, pressure-relieving valves, and pressure-limiting valves.
- Directional Control valves**: Points to a row containing symbols for 3/2-way, 4/3-way, and 5/2-way directional control valves, along with check valves and flow control valves.
- Pumps and motors**: Points to a row containing symbols for various types of hydraulic pumps and motors, including gear pumps, vane pumps, and piston pumps.
- Jacks**: Points to a row containing symbols for hydraulic jacks, which are typically represented as a cylinder with a motor (M) and a spring.

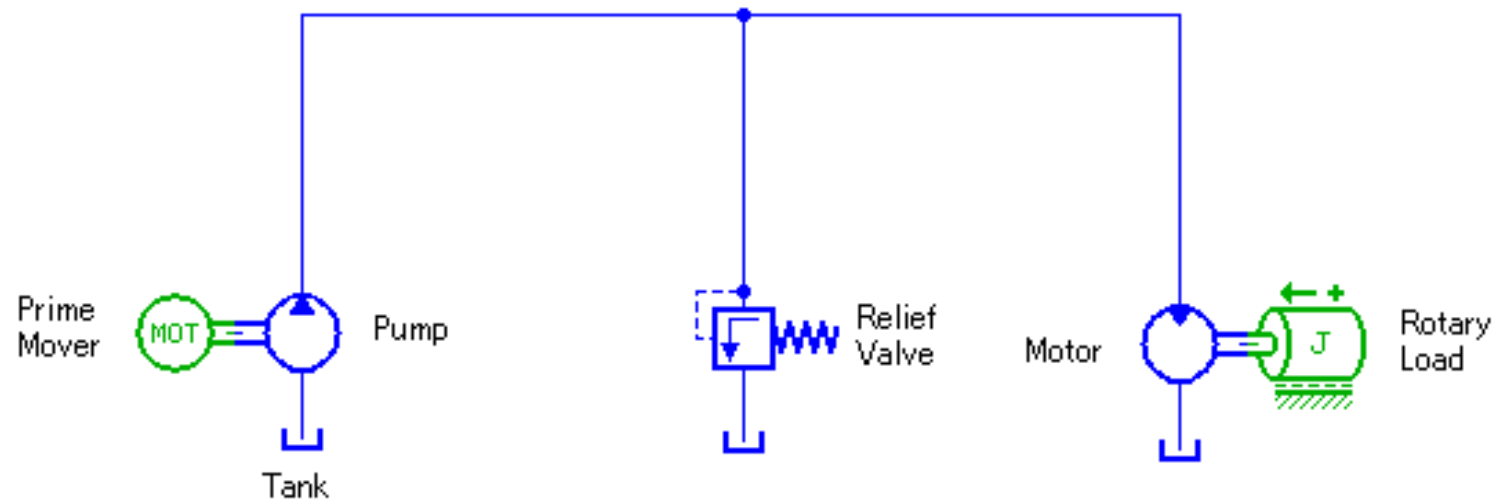
Other symbols in the window include fluid properties, hose data, and various fittings and connectors. A "Close" button is located in the bottom right corner of the window.

油圧システム変数

- 着目すべき2つの油圧変数:
 - 圧力(P)
 - 容積流量 (Q)
- 油圧・機械式のコンポーネント(アクチュエーター、制御バルブ、圧力調整器等)では、メカニカルポートにメカニカルな変数が必要。
 - 速度(V)、移動(X)、加速(A)
 - 力(F)/トルク(T)
- 油圧ライブラリでは、等温単相液体を作用液体に利用しながらコンポーネントとシステムをシミュレーションする。

第1システム

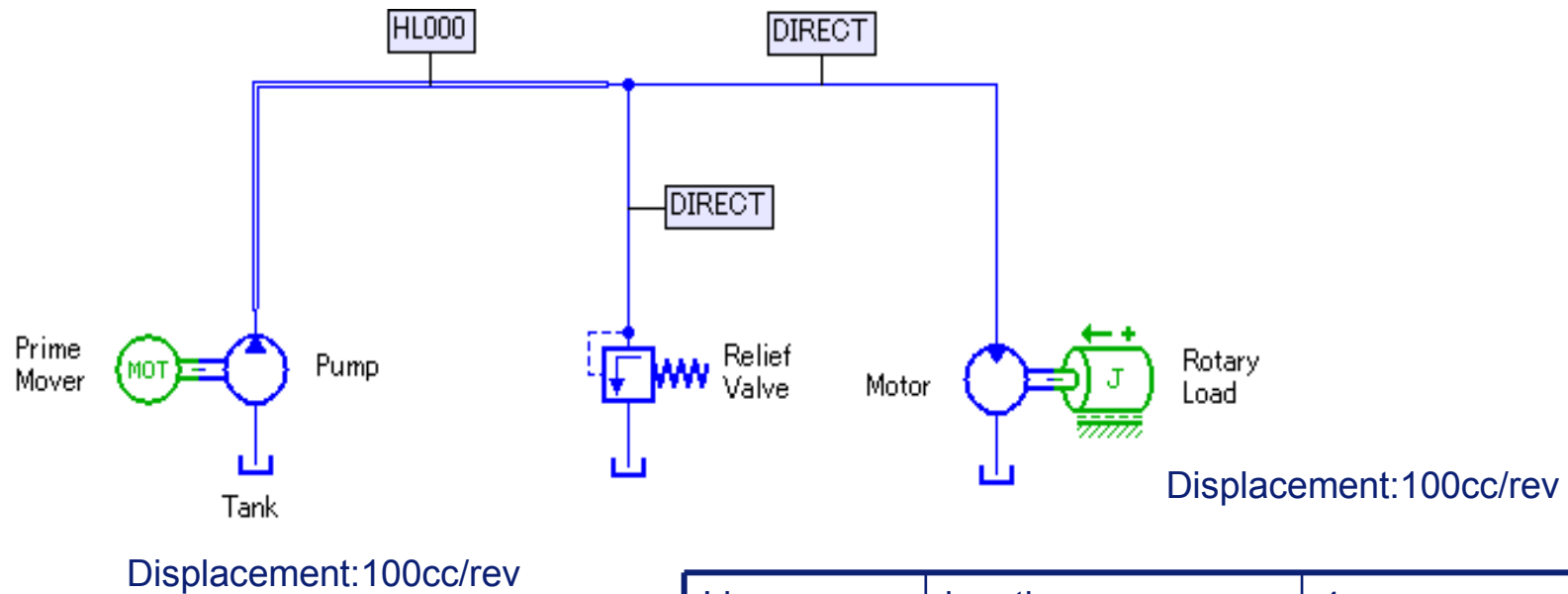
スケッチモード



シンプルな油圧トランスミッションモデル

第1システム

サブモデルモード: premier submodel ボタンをクリック

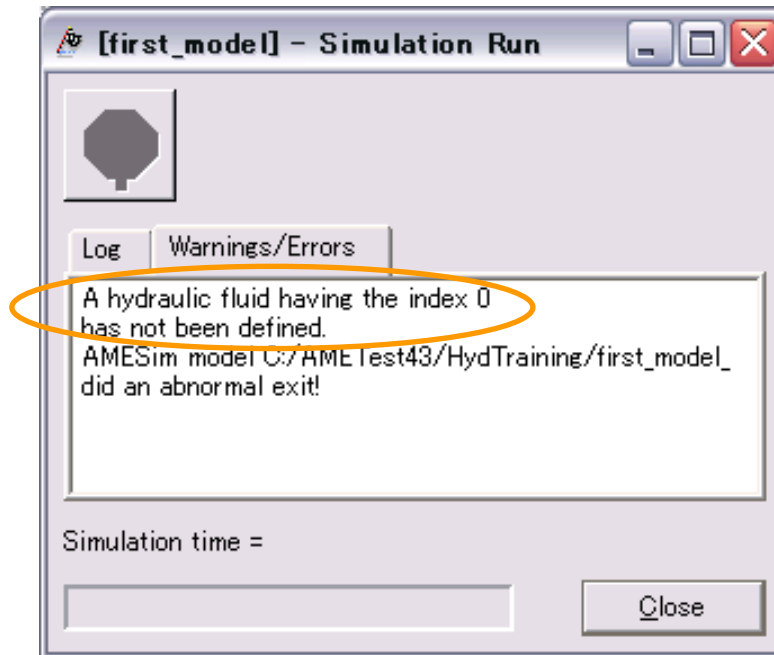


パラメーターモード

Line (HL000)	length	4 m
Rotary Load	coefficient of viscous friction	0.02 Nm/(rev/min)

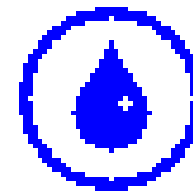
第1システム

ランモード



油特性を定義する必要あり

→ スケッチの中にこのコンポーネントを加えることで使用する油特性を定義

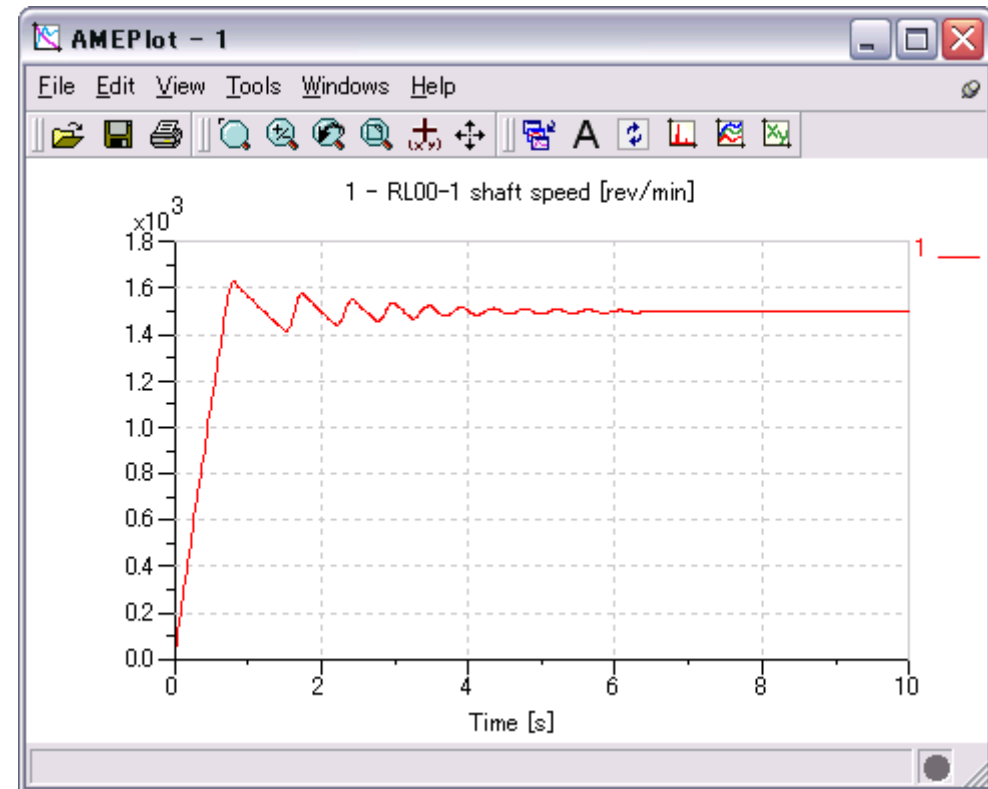


第1システム

回転速度をプロット

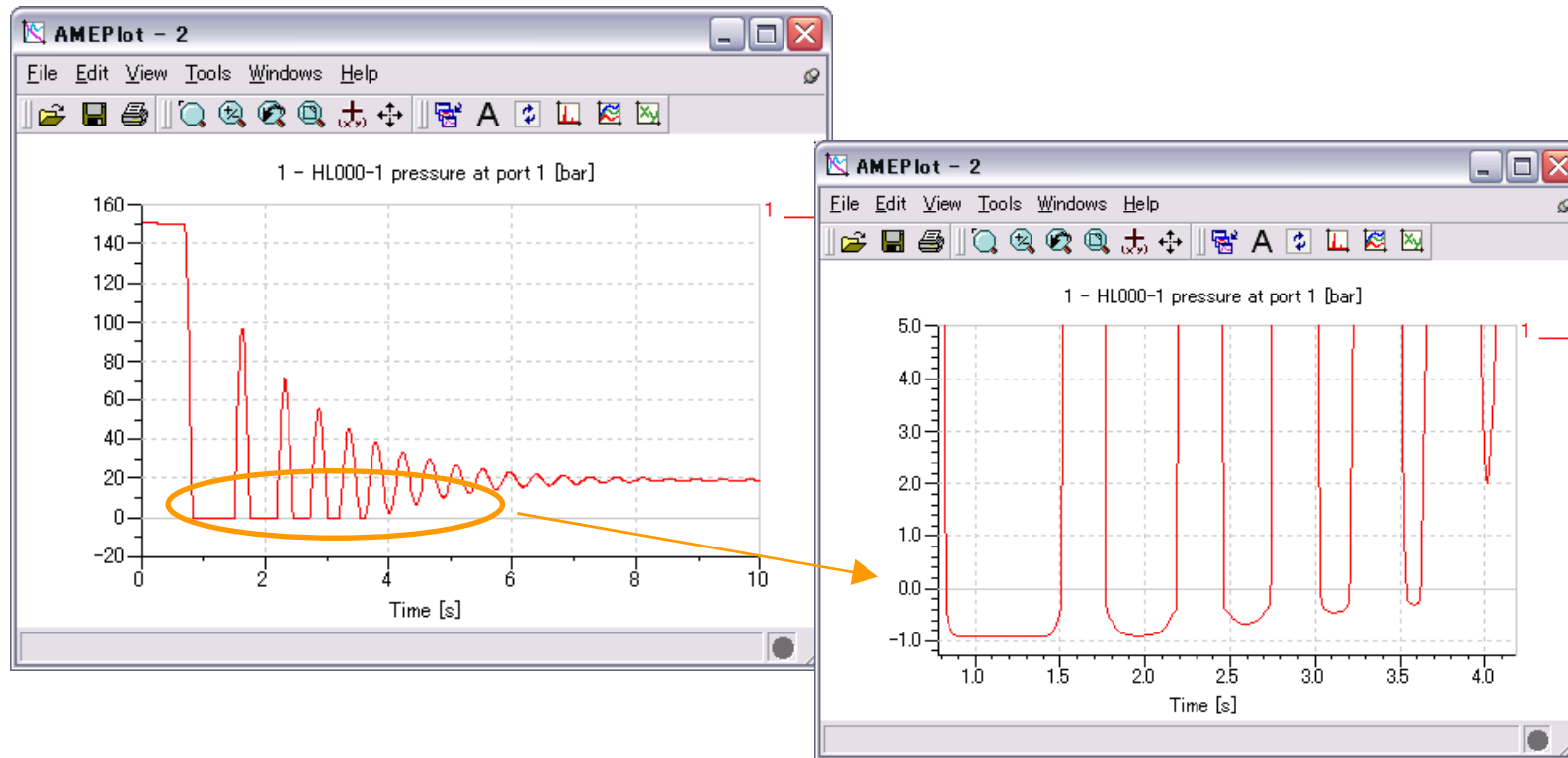
平衡状態に到達するまで、ロータリーシャフト回転速度は振動する。

(平衡状態に達すると、ロータリーシャフト回転速度はモーターの回転速度と同じになる。)



第1システム

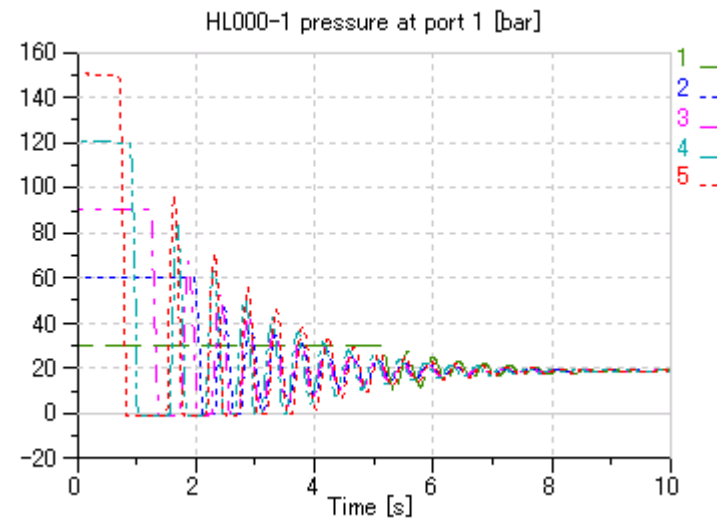
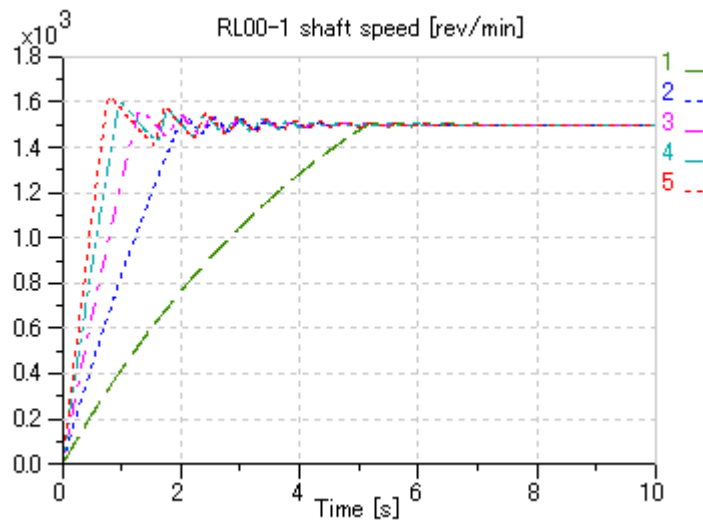
HL000のPort1で圧力をプロット



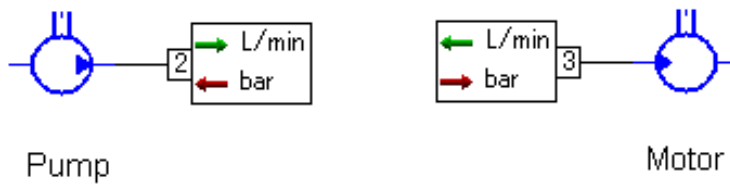
圧力がマイナス: 配管中にキャビテーションが現れる

第1システム

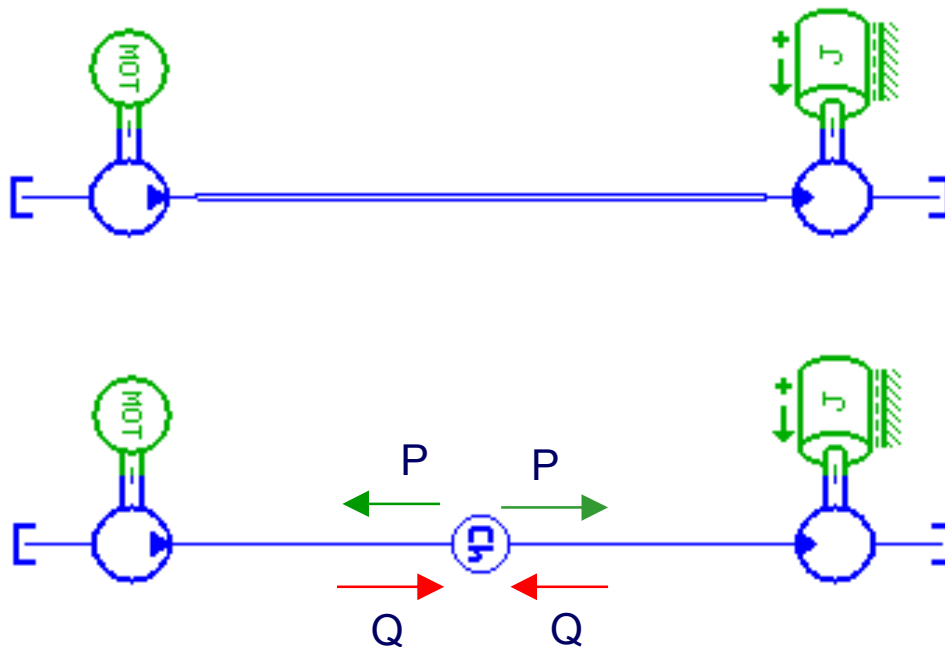
リリーフバルブ圧力: 30から150バールでバッチラン (step : 30 bar)



第1システム



因果関係の問題: モーターとポンプを直接つなぐことができない



油压

- C (容量要素)



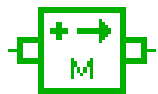
$$F = K \int \sum V dt$$



$$P = \frac{1}{C} \int \sum Q dt$$

$$\frac{1}{C} = \frac{B}{V} = K_{hyd}$$

- I (慣性要素)



$$V = \frac{1}{M} \int \sum F dt$$



$$Q = \frac{1}{I} \int \sum P dt$$

$$I = \frac{\rho L}{A}$$

- R (抵抗要素)



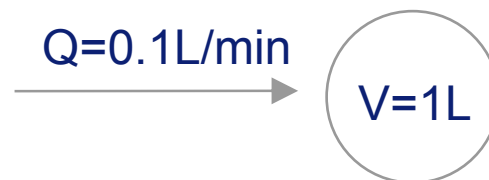
$$F = R \times \Delta V$$



$$Q = C_q A \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P}$$

圧縮性

- 初期圧力が P_0 の一定容量を検証しましょう。流体が一定量で流れ込むものとする。ここでは体積の変形は考慮しない。
- コミュニケーションインターバル0.01秒、0～1秒でのシミュレーションを実施。

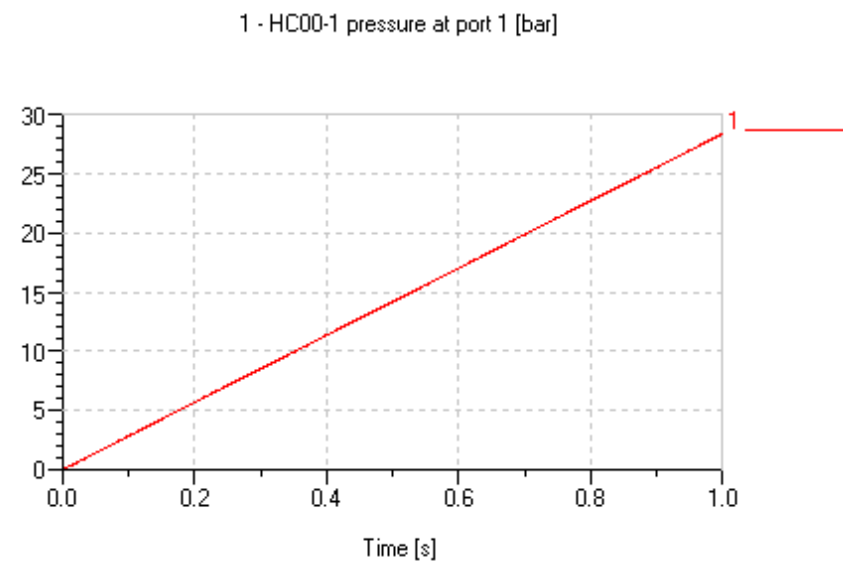


圧縮性

- AMESimモデルでは:



- 体積での圧力発生
- $t=1$ 時での最終圧力: 28.31 (bar)



圧縮性

流体を一定容積に送ることを可能にするため、流体に圧縮性を持たせなければならない。AMESimにおいて流体の圧縮性は、圧力と容積により計算される体積弾性率で定義される

$$B = -V \frac{\delta P}{\delta V}$$

メカニカルシステムでは、バネの長さの短縮により反作用力が大きくなる。この現象と同様なことが、液体でも生じる

$$K_{hyd} = \frac{B}{V}$$

剛性は非線形である。

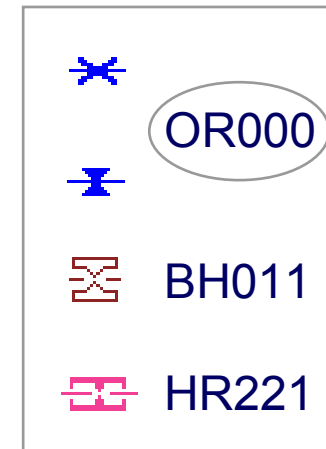
抵抗/AMESim内のオリフィス

$$Q = C_q A_r \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_{up} - P_{down})}$$

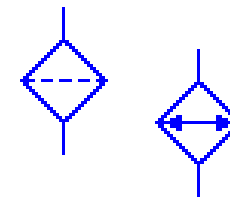
ρ :流体密度

A_r :オリフィス面積

C_q :最大流量係数



also ...



AMESimの抵抗

パラメータの種類

- 2通りのオリフィスの定義方法がある。最上部のパラメータにより、オリフィスの定義方法を決定する。

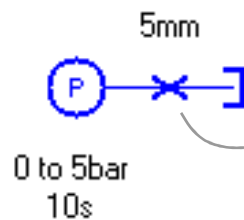
1 for pressure drop/flow rate pair 2 for orifice diameter	1	Option setting (1 or 2)
index of hydraulic fluid	0	
characteristic flow rate	1 L/min	} Option 1 specific parameters
corresponding pressure drop	1 bar	
equivalent orifice diameter	5 mm	} Option 2 specific parameters
maximum flow coefficient	0.7 null	
critical flow number (laminar -> turbulent)	1000 null	

- 最大流量係数(AMESimでは放出力)は、漸近線になる。
- 臨界流量数は層流と乱流の境界を定義する。

AMESimの抵抗

- オリフィス径5mm時の流量－圧力特性のプロットの作成
 - そのためには、過渡状態を見るシミュレーションを行い、オリフィスの圧力差異を確認する必要がある。
 - 10秒間で P_{up} を0から5バーに増加

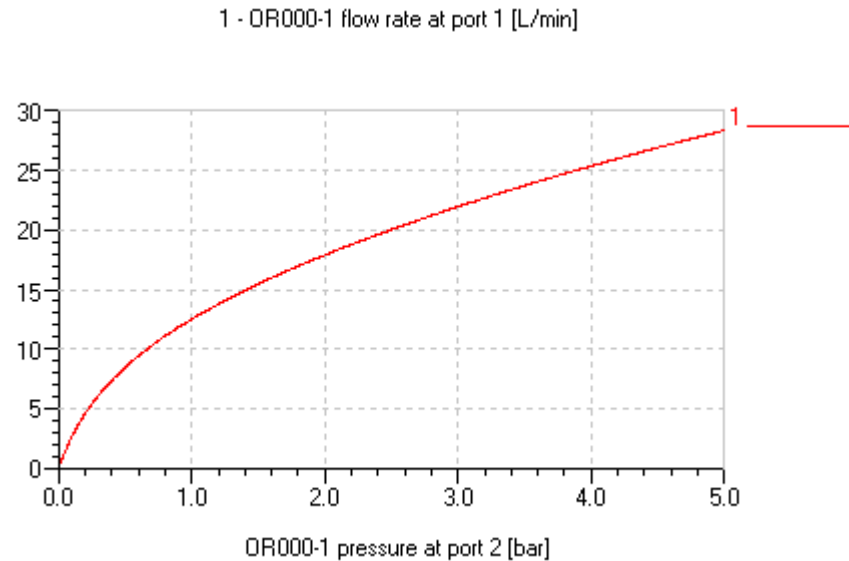
Option2の入力を忘れずに



Title	Value	Unit
1 for pressure drop/flow rate pair 2 for orifice diameter		2

AMESimの抵抗

- 流量/圧力特性



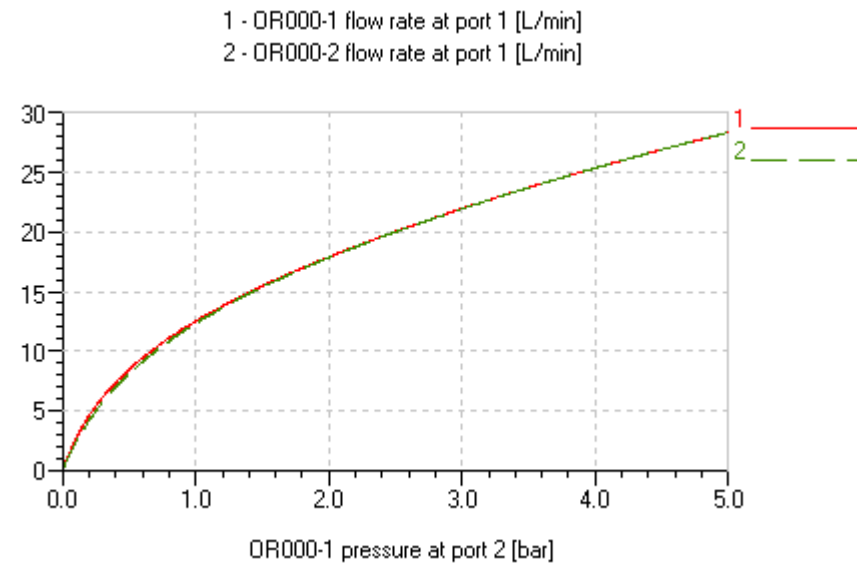
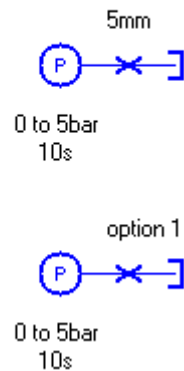
- 曲線から、ある圧力とその圧力値に対応する流量の値をピックアップする。

- 例) T=10s時の圧力値と流量値

P = 5bar
Q = 28.29 L/min

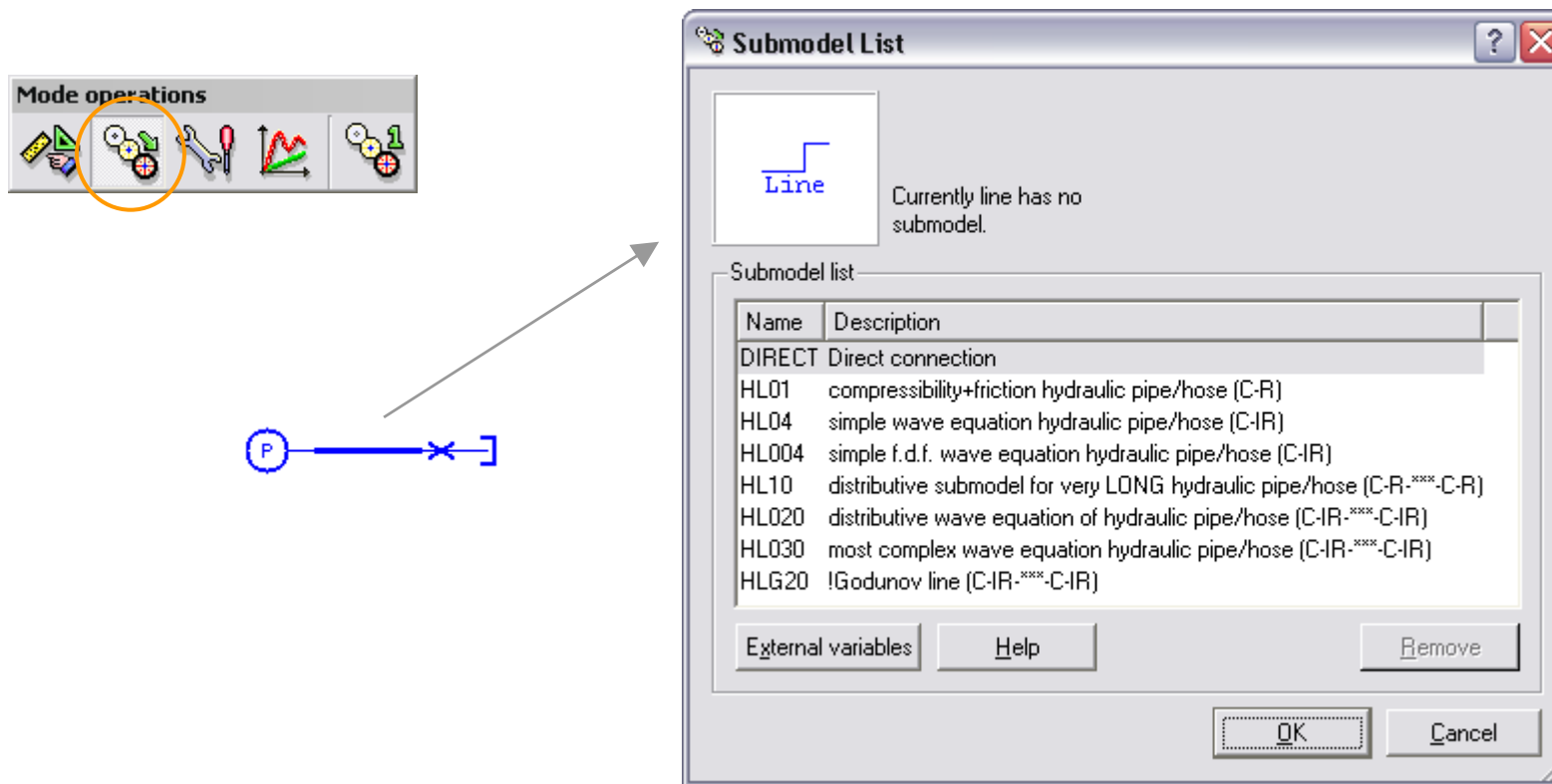
AMESimの抵抗

- 次に:
 - 前モデルをコピー
 - オリフィス定義オプションを2から1に変更
 - 前頁 $Q = 28.29$ L/minを‘characteristic flow rate’に、 $P = 5$ barを‘corresponding pressure drop’にパラメータとして入力する。
 - 2つの制限条件を比較



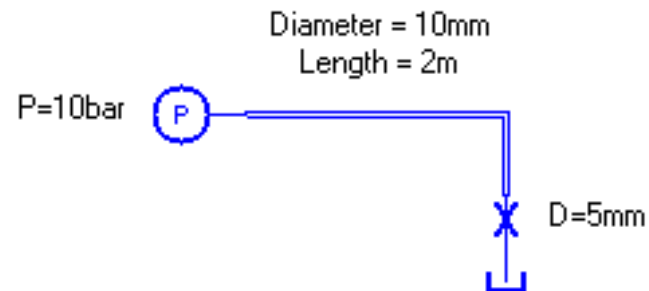
油圧パイプ

AMESimのパイプモデルは油圧コンポネント間にラインを加えることで表現できる



ラインの例

例えば:

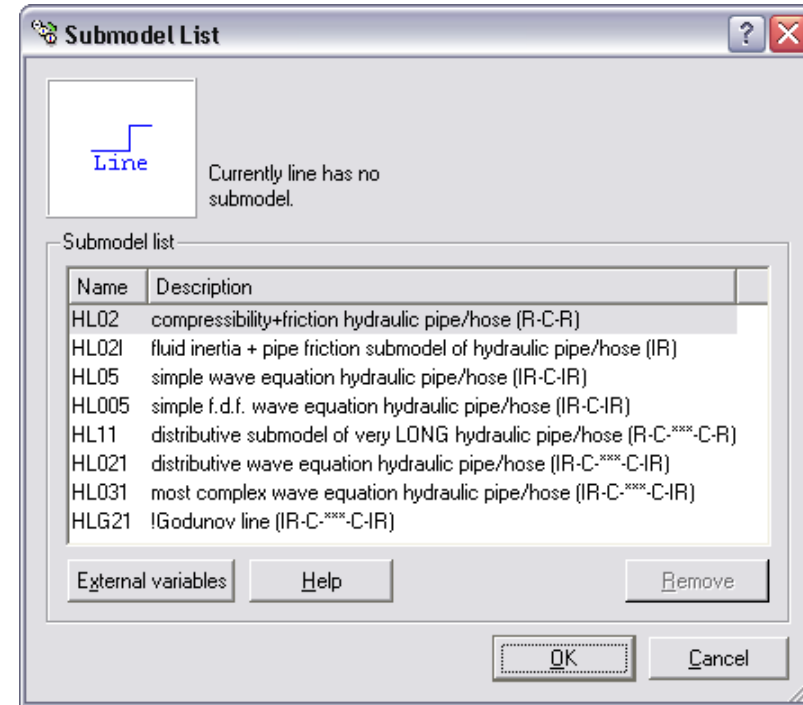
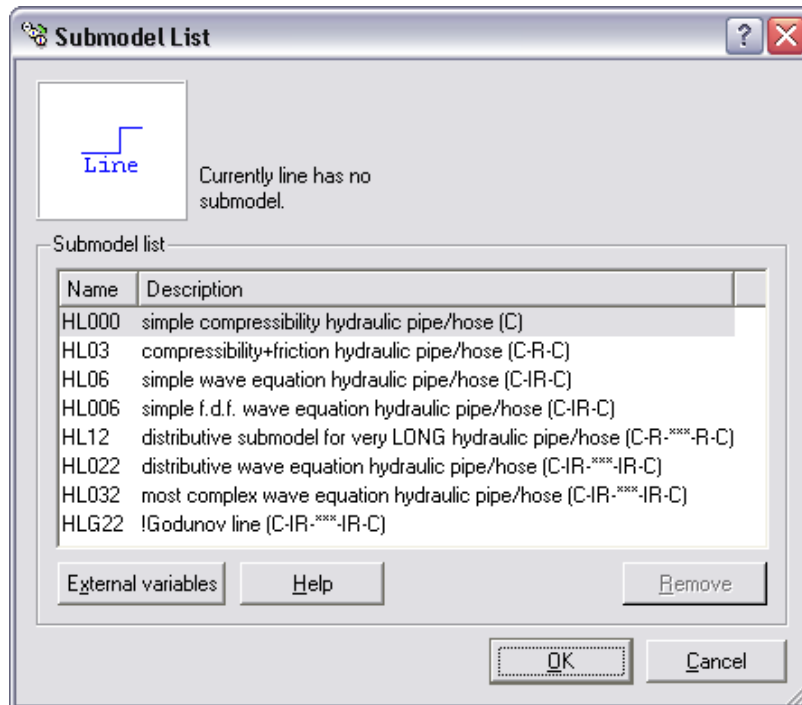


[Example6.ame](#)

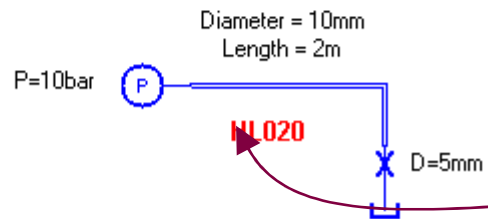
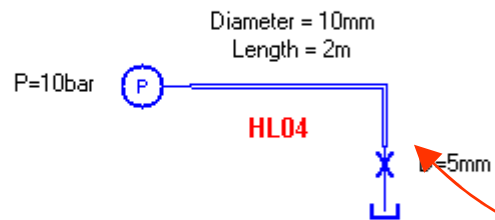
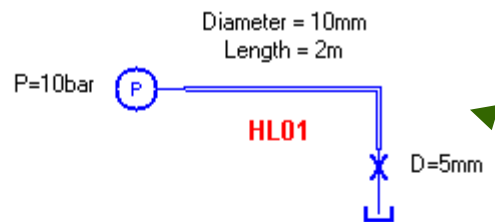
この例を用いて、異なるパイプのサブモデルを使用時のパイプ右端での圧力変化の差異を見ることができる。

油圧パイプ/ラインモデル

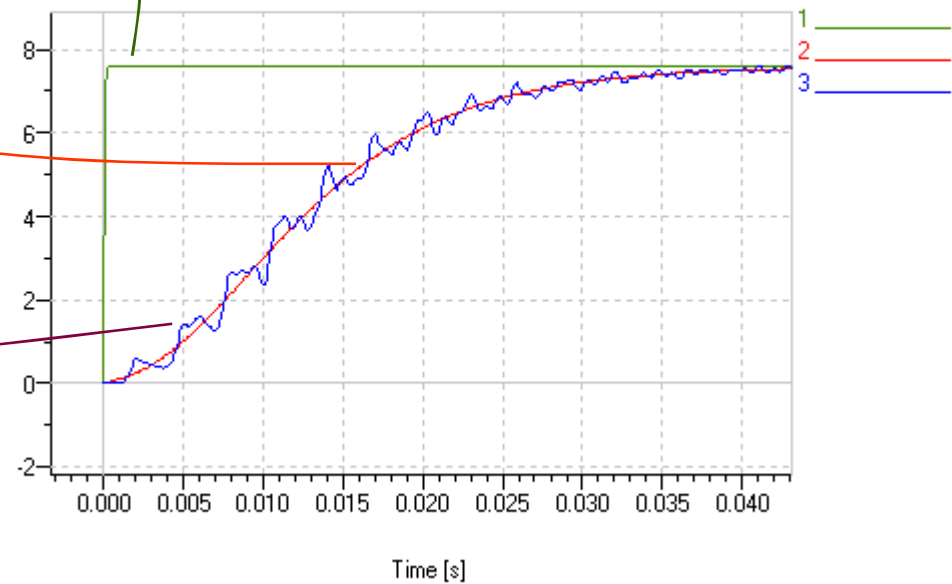
使用可能なサブモデルリストは各因果関係により異なる



ラインの例



- 1 - OR000-2 pressure at port 2 [bar]
- 2 - OR000-1 pressure at port 2 [bar]
- 3 - OR000-3 pressure at port 2 [bar]



油圧パイプ/ラインモデル

- ラインモデルで、3種の流体作用は個別/一緒に考慮できる
 - 圧縮性(C): 圧力計算
 - 摩擦(R): 標準圧力損失
 - 慣性(I): 波上作用
- 集中パラメータラインモデル(1ノード)と分配モデル(5ノード)がある

講習内容

➤ モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤ AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤ Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤ 制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤ 最適化

- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

- AMESim® ↔ Matlab®
 - ポスト処理により、AMESimの結果をMatlabに入力する。
 - トランスファー関クションの交換(ジャコビアン行列)
 - Matlab上でAMESimパラメータを入手
 - Matlab上でAMESimパラメータを変更
 - Matlab上でAMESimシミュレーションパラメータを変更
 - Matlab上でAMESimモデルを実行
- ➔ Matlab上でのAMESimを問題なく操作できるため、Matlab上で、AMESim内蔵の機能に加えて、Matlabでバッチラン、最適設計のセットアップをすることができる。

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

MatlabでのAMESimファンクション:

```
>> help amesim
AMESim-MATLAB Interface toolbox.

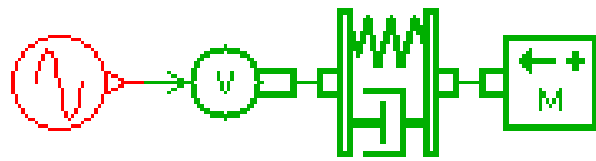
AMESim --> MATLAB Interface.
  ame2data      - Load AMESim format plot file
  ame2ma       - Create nickname for each variable of AMESim .results file
  amebode      - Bode frequency response for linearized AMESim systems
  ameloadj     - Load AMESim .JAC format jacobian files
  ameloadt     - Load AMESim .RESULTS format temporal files

MATLAB --> AMESim Interface
  data2ame     - Save data in file readable by AMESim plot facility
  fx2ame      - Save table in file for 1-D interpolation AMESim function
  fxy2ame     - Save table in file for 2-D interpolation AMESim function
  ss2ame      - Save state space matrix on an external file readable by AMESim
  tf2ame      - Save transfer function on an external file readable by AMESim

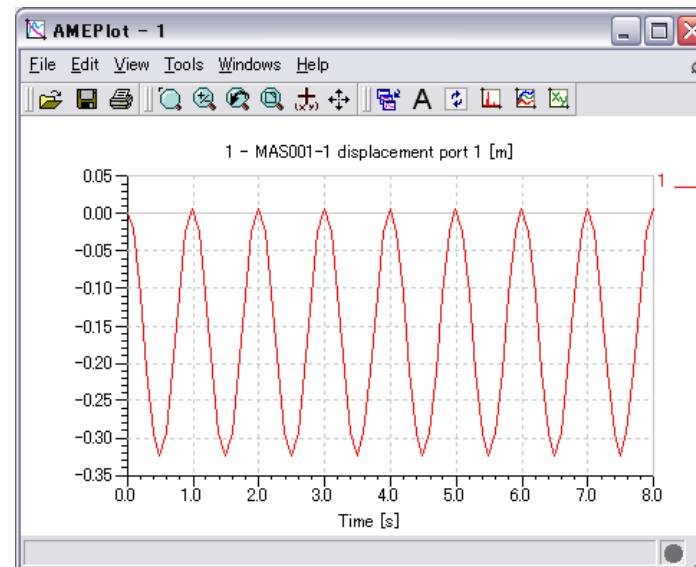
Batch facilities for AMESim
  amegetp     - Get AMESim parameters
  amegetgpar  - Get AMESim global parameters
  amegetcuspar- Get AMESim parameters for a customized submodel/supercomponent
  amela      - Set linearization times
  ameputp    - Set an AMESim parameter
  ameputgpar - Set AMESim global parameters
  ameputcuspar- Set AMESim parameters for a customized submodel/supercomponent
  amerun     - Run an AMESim executable
```


インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

例： AMESimでモデル作成、コンパイルをし、8秒のシミュレーションを行う



MSD.ame



次にMatlabをAMESim上から開く。この方法により、AMESimとMATLABのパスが同一になる。

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

MatlabにAMESimのシミュレーション結果をインポート

```
>> [R,S] = ameloadt('MSD');
```

変数は10個
各変数に81の項目

Variables are the computed parameters, and the number of points corresponds to:

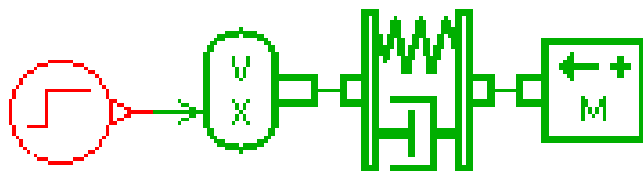
Time simulation(8) * Communication interval(0.1)

- ✓ S: 変数名が蓄積されているベクトル
- ✓ R: は計算されたベクトルが蓄積されている行列

→ Matlabで質量の変位－時間の結果をプロット(プロットコマンドを使用)

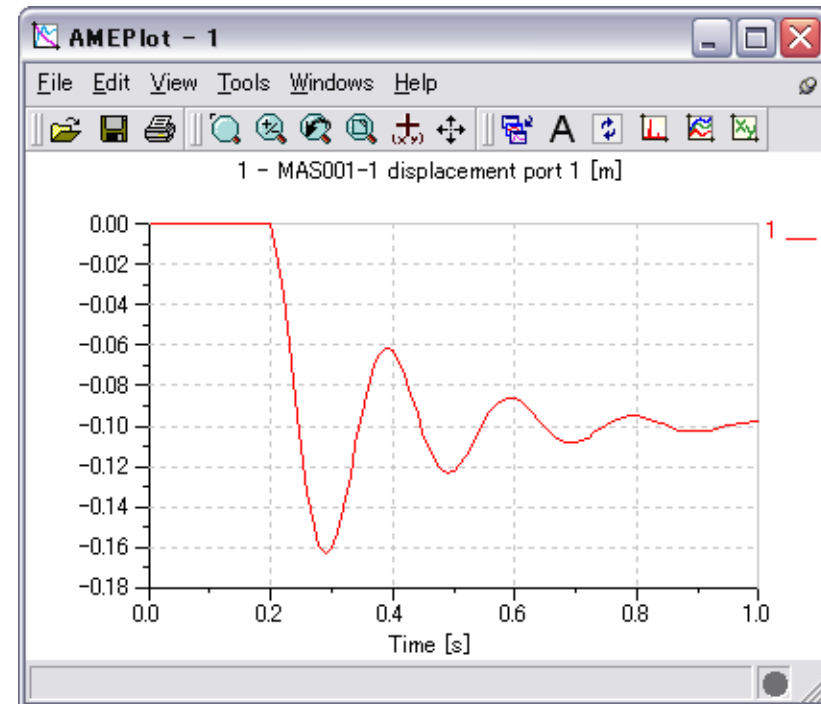
インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

Matlabからでシミュレーション



MSD2.ame

ステップパラメータ:
ステップ時間: 0.2秒
ステップ: 0.1m
Communication interval : 0.01sec



AMESimで1秒間のシミュレーションを行う

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

MatlabからAMESimモデルを走らせる

```
>> amegetp('MSD2')
```

重量が100kgであることを確認し、質量の変位をプロット

次に:

重量を10kgに変更

シミュレーションを走らせる

質量の変位をプロット

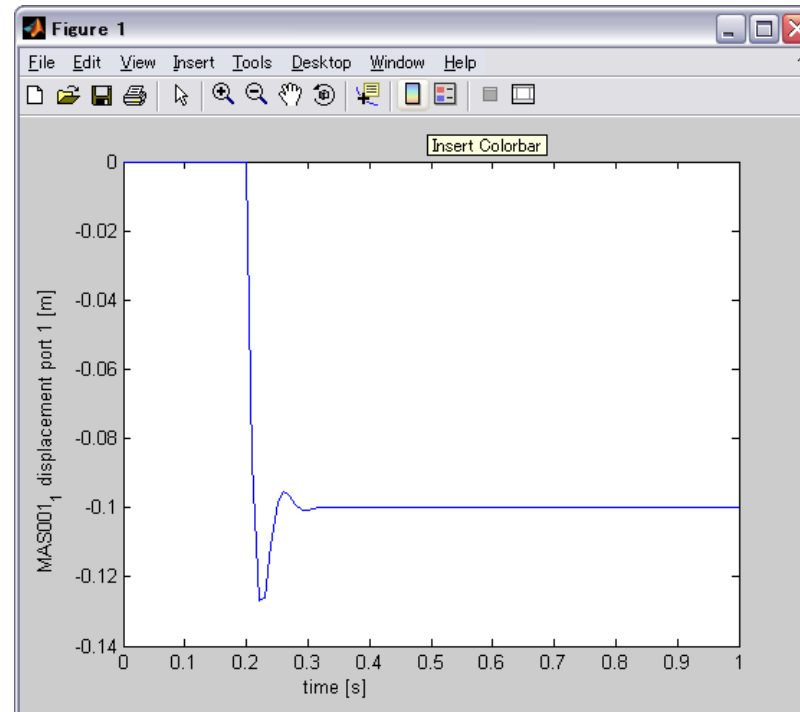
使用するのはameputp とamerun コマンド

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

Matlabからシミュレーションを実行

```
>> ameputp('MSD2','MAS001 instance 1 mass [kg]',10)
```

```
>> amerun('MSD2')
```



インターフェイスMatlab® ↔ AMESim®

Matlabからバッチシミュレーションを実行

重量を1から200キロ間/ステップ20kgでシミュレーションを実行し、移動曲線をプロット

そのためには、テキストエディタを開き、ショートプログラムを書く。そしてbatchmass.mとして保存

```
batchpars=1:20:201;  
clear time displacement;  
for i=1:length(batchpars),  
    ameputp('MSD2','MAS001 instance 1 mass [kg]',batchpars(i))  
    [R,S]=amerun('MSD2',0,1,0.01);  
    time(i,:)=R(1,:);  
    displacement(i,:)=R(3,:);  
end  
plot(time',displacement')
```

インターフェイス Matlab® ↔ AMESim®

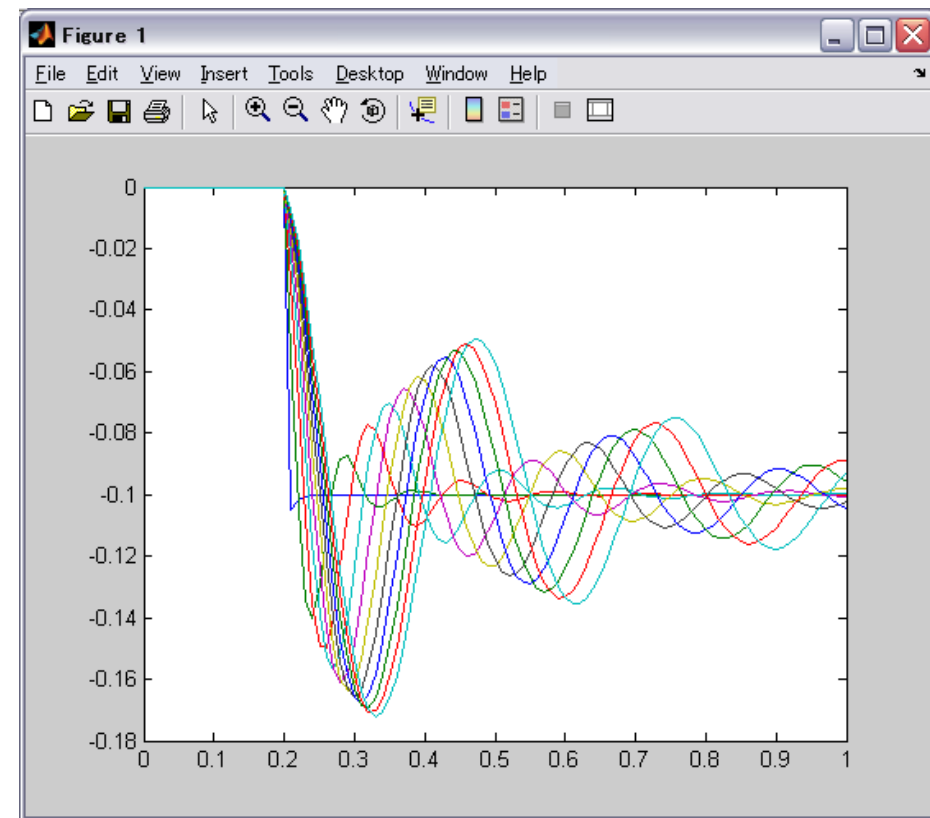
Matlabからバッチシミュレーションを実行

Matlabコマンドウィンドウで

>> **batchmass**とタイプするのみ

これにより11種のシミュレーション
が実行される。

最終的に右のようなグラフが得ら
れる。



講習内容

➤ モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤ AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤ Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤ 制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤ 最適化

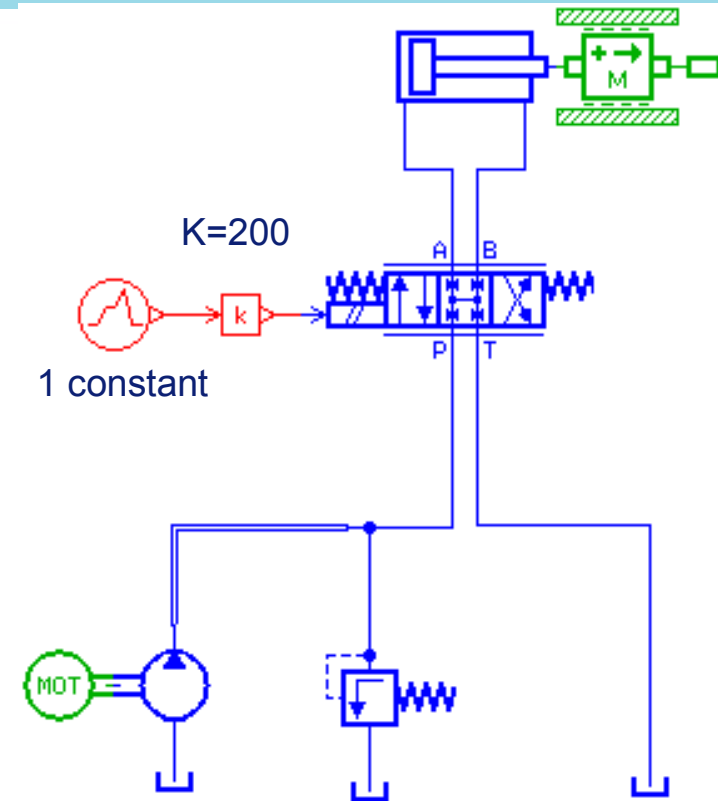
- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

位置制御

油圧ジャックアクチュエータ

パラメータ:

<u>ピストン</u> piston diameter: 30mm rod diameter: 20mm stroke length: 1m	<u>バルブ</u> rated current: 200mA natural frequency: 50Hz damping ratio: 1
<u>モータ</u> rotary speed: 1500 rev/min	<u>ポンプ</u> displacement: 35cc/rev
<u>重量</u> mass: 100kg	<u>安全弁</u> cracking pressure: 150bar



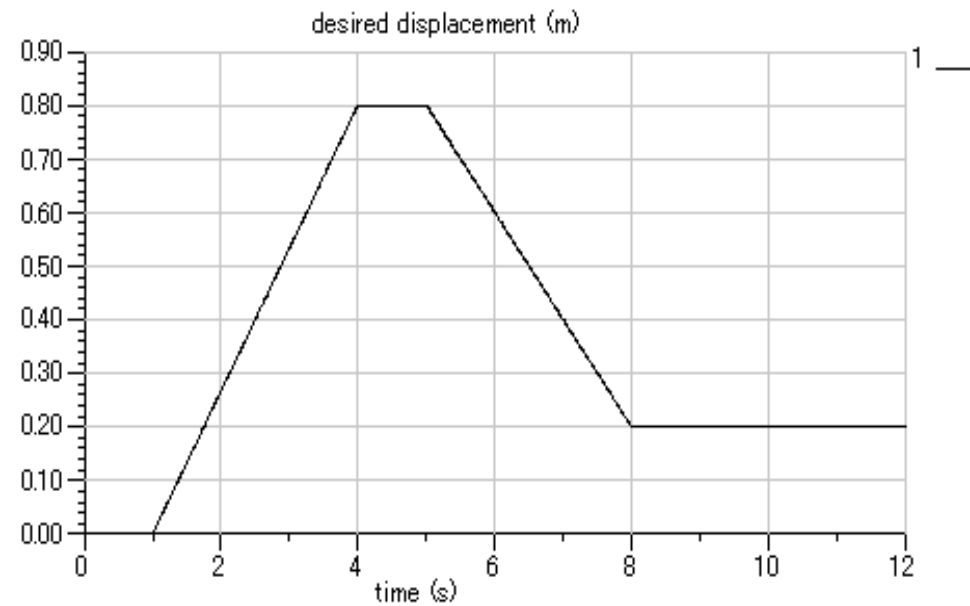
コミュニケーションインターバル0.01秒間隔で、12秒のシミュレーションを実行
信号を変更し、質量変位における影響を観測する

位置制御

油圧ジャックアクチュエータ

油圧弁の入力時の信号を利用し、質量の位置制御を行う

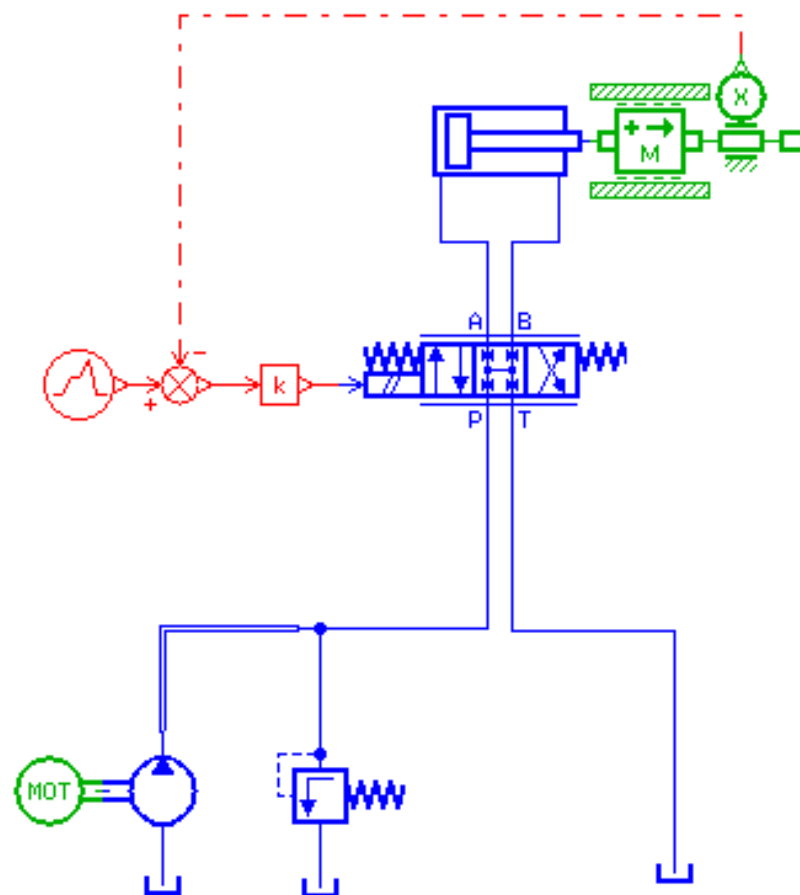
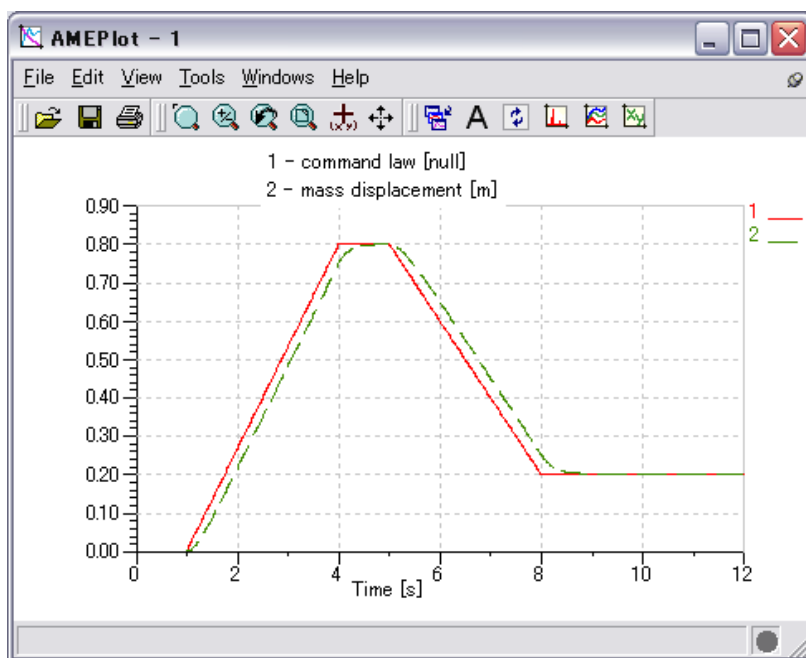
質量の理想変位



位置制御

閉ループでの制御

出力位置を測定し、入力と比較しながらシステムにフィードバックループを加える



増幅弁: 2500

Simulinkインターフェイスでの制御

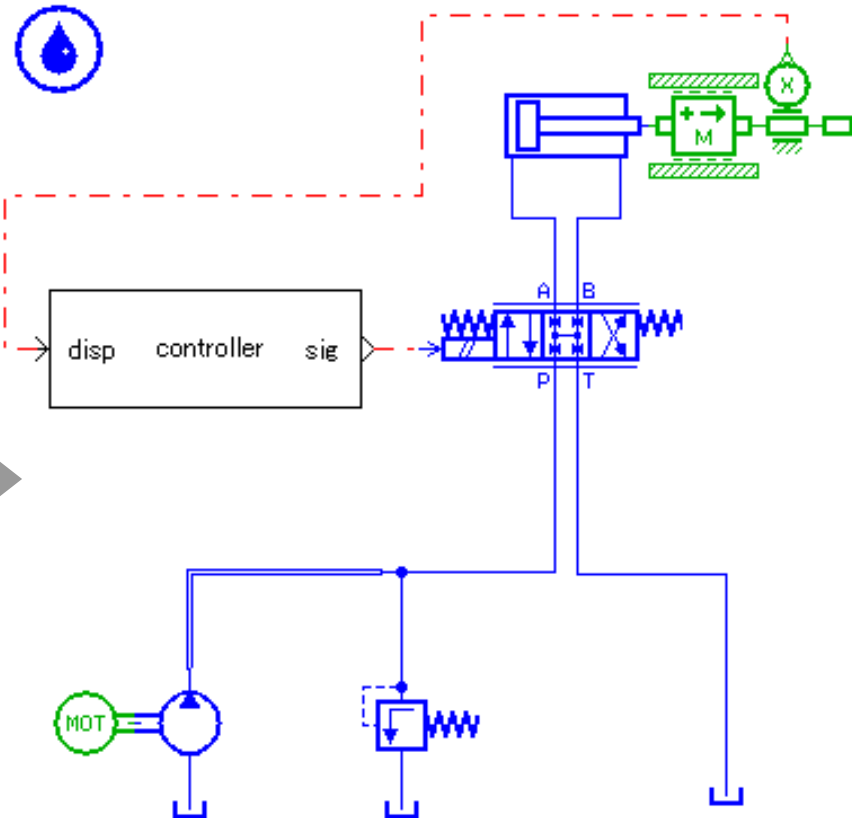
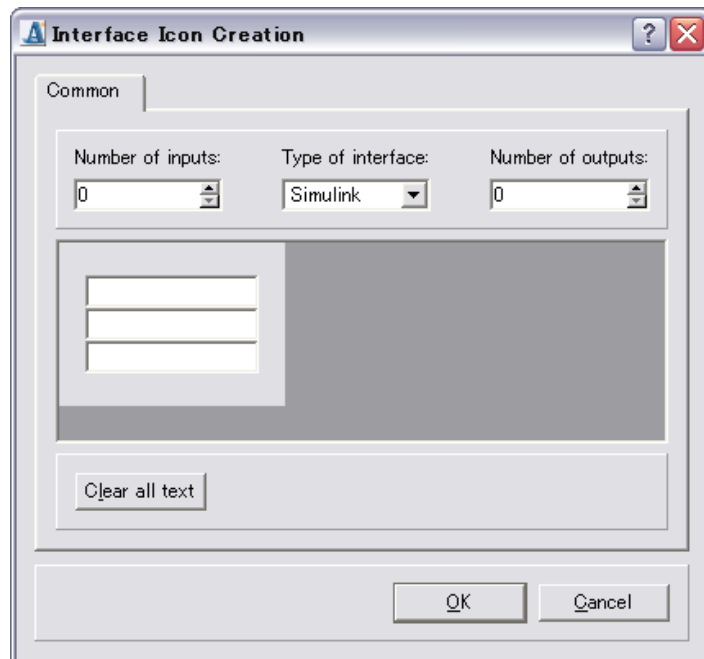
AMESim/Simulink インターフェイスを利用して、同じ結果を得る

- AMESimでの物理モデル
- Simulink内の制御コントローラ

Simulinkインターフェイスでの制御

- AMESim内で:

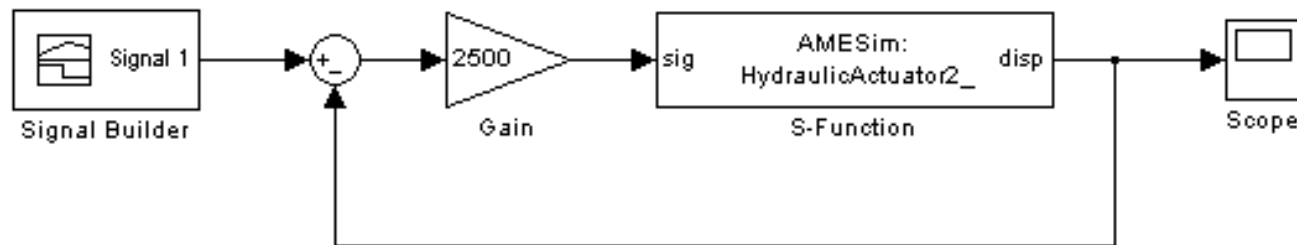
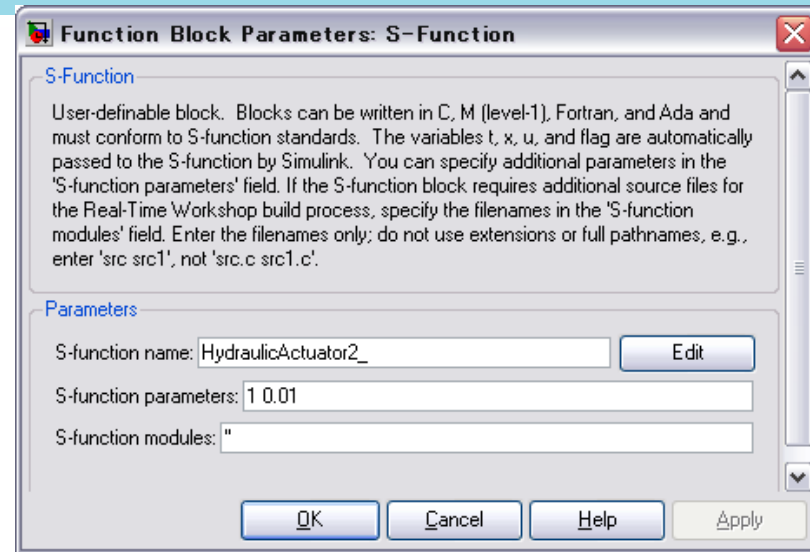
Interface-Interface: インターフェイスアイコンの作成
下のウィンドウが現れる:



Simulinkインターフェイスでの制御

- Simulink内で :

AMESimモデルを表すために、
S-functionを使う



シミュレーション内“ode15s (stiff/NDF)”ソルバーを選択
→Configurationパラメータ→12秒のシミュレーションを実行

講習内容

➤ モデリング概念

- ✓ 演習: 坂道発進のドライブラインモデル作成
- ✓ アクティビティインデックス、モデルの簡易化

➤ AMESimの油圧

- ✓ 演習: 油圧トランスミッション
- ✓ 圧縮性、抵抗、ライン(配管)モデル、キャビテーション

➤ Matlab/AMESimインターフェイス

- ✓ 結果のインポート、パラメータの変更、シミュレーション実施

➤ 制御

- ✓ 油圧ジャックを用いた位置制御
- ✓ AMESimとSimulinkインターフェイス

➤ 最適化

- ✓ 設計評価とエクスポートセットアップ
- ✓ 演習

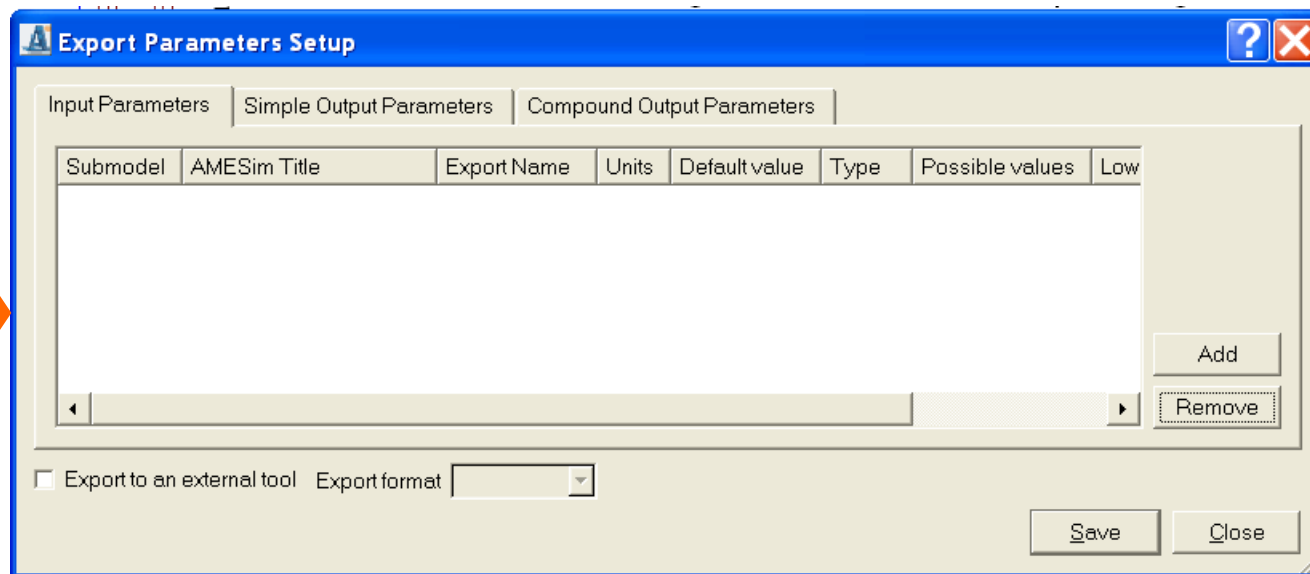
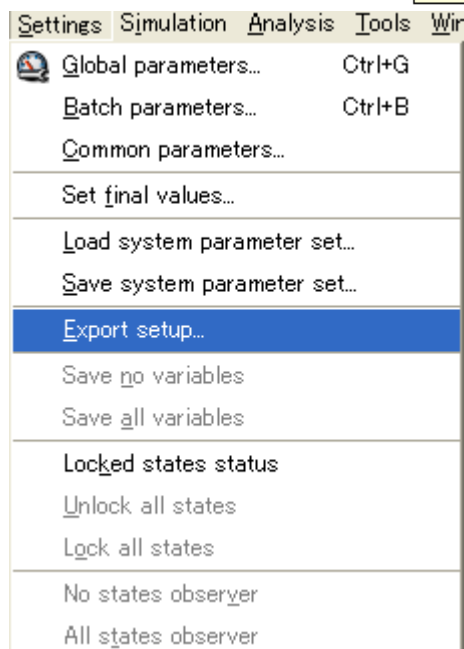
モジュールのエクスポート

- AMESimの外側からモデルをパイロットするツール
- ユーザ設計、構築したいパラメータや変数が事前選択されている
- パラメータと変数はユーザが選択する名称で特定される
- それにより、ポスト処理の定義が可能となる
- インターフェイスとしては2つの単純なテキストファイルを使用

モジュールのエクスポート

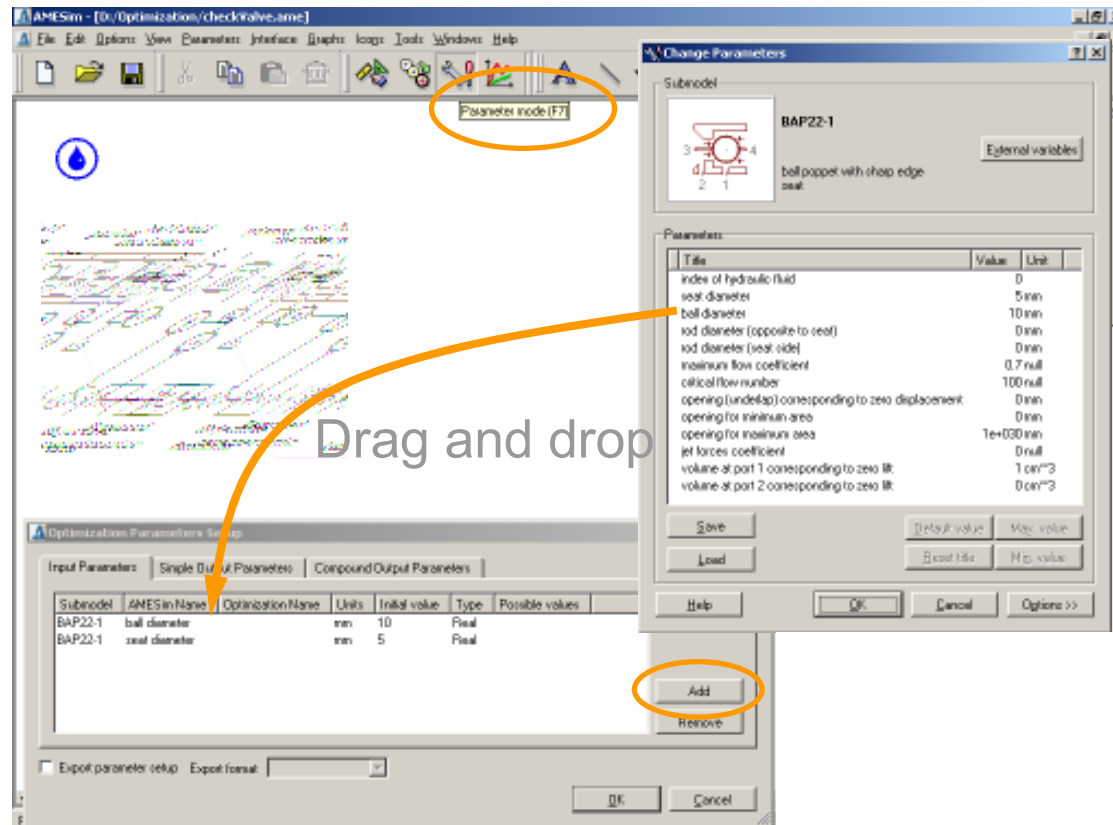


エクスポートモジュールのダイアログボックスを開く
パラメータモードにて 'Setting' → 'Export setup'



モジュールのエクスポートパラメータ選択

パラメータモードで、入力パラメータを選択



- 定義するもの
 - デフォルト値
 - 名称
 - 範囲
 - 可能数

モジュールのエクスポート-シンプルな出力選択

Simple output parameters

The screenshot displays the AMESim software interface. The main window shows a hydraulic circuit diagram with a 'Run mode (FE)' button circled in orange. An orange arrow points from the 'flow rate port 1' row in the 'Variable List' dialog to the 'Simple Output Parameters' tab in the 'Export Parameters Setup' dialog.

Variable List

Submodel: BAP22-1
bell poppet with sharp edge seat

Select a results file: checkValve_results

Title	Value	Unit	Save mod	Saved
flow rate port 1	17.3217	L/min	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
volume port 1	0.886265	cm ³	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
pressure port 1	0	bar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
flow rate port 2	-17.3217	L/min	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
volume port 2	0.0137351	cm ³	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
pressure port 2	5	bar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
force port 3	0	N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
force port 4	7.23679	N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
velocity port 4	9.63909e-005	m/s	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
displacement port 4	-0.00052864	in	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
poppet lift	0.52964	mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
flow area	12.0232	mm ²	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
flow coefficient (C _d)	0.7	null	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
flow number (lambda)	941.792	null	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
mean fluid velocity	-24.008	m/s	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
flow force	0	N	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Time: 10 s

Buttons: Update, Automatic update, Reset file, Save all, Help, OK, Cancel, Save, Save gone, Remove

Export Parameters Setup

Input Parameters | Simple Output Parameters | Compound Output Parameters

Submodel	AMESim file	Export Name	Units
BAP22-1	flow rate port 1	flowRate	L/min

Buttons: OK, Cancel, Remove

モジュールのエクスポート-複合的アウトプット定義

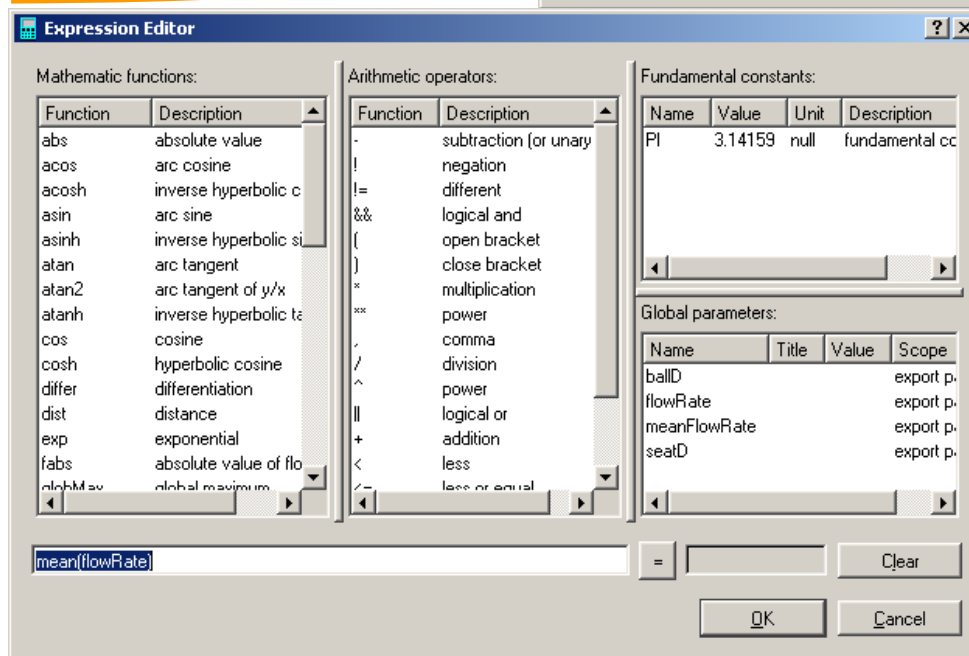
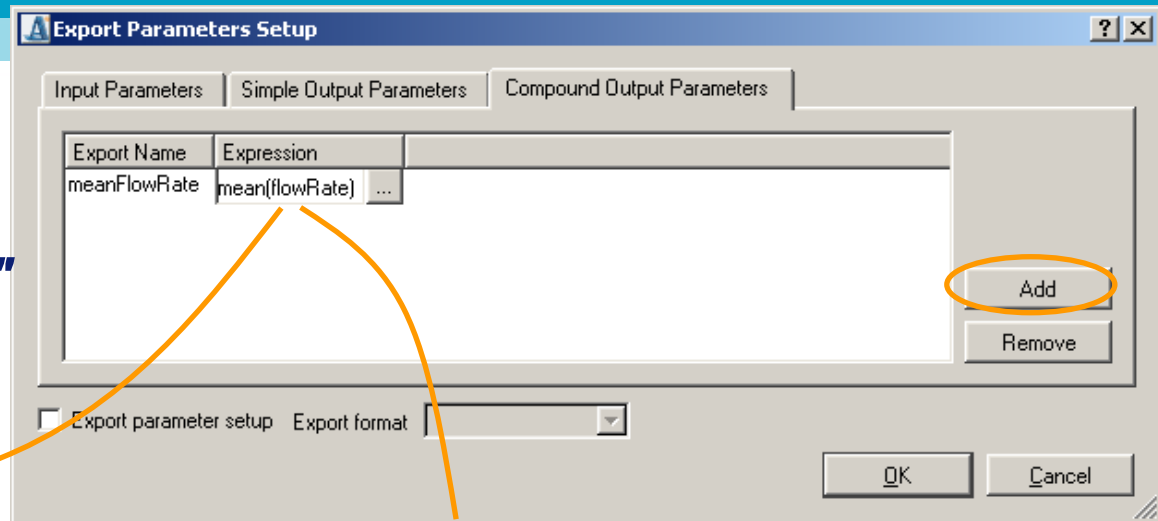
- シンプルな出力選択の限界:最終値のみが検討される
- 検証すべき値が最終値ではないことが大半
 - そこで複合的アウトプット定義(数学的な定義)を行う
 - 複合的アウトプット定義=ポスト処理された結果
 - 複合的アウトプットは以下の数式を利用し、定義される
 - 入力
 - シンプルな出力
 - 複合アウトプット
 - 予め定義された数学関数

モジュールのエクスポート-複合出力定義

例:

"Input1-input2"

"integ(abs(ideal-simul))"



数式エディタも利用可能

モジュールのエクスポート

- モジュールのエクスポートにより、交換される入力と出力を定義できる
- この方法は、AMESimと他のソフトウェア間のインターフェイスを構築するもう一つの方法。(第一の方法は、Simulinkインターフェイスのインフーフフェイスアイコンの使用)
- モジュールのエクスポートはAMESimの設計検証モジュールを使用する際にも必要となる。

Design Exploration in AMESim

デザインスペース/ドメイン
システム・コンポーネントの特性パラメータ(幾何学、物理学...)

検証
想定されるあらゆる構成をテスト

設計検証



実験計画法

特定の応答にへのパラメータの影響の研究

因果関係の考慮

パラメータ研究

Central composite

最適設計

非線形二次プログラミング

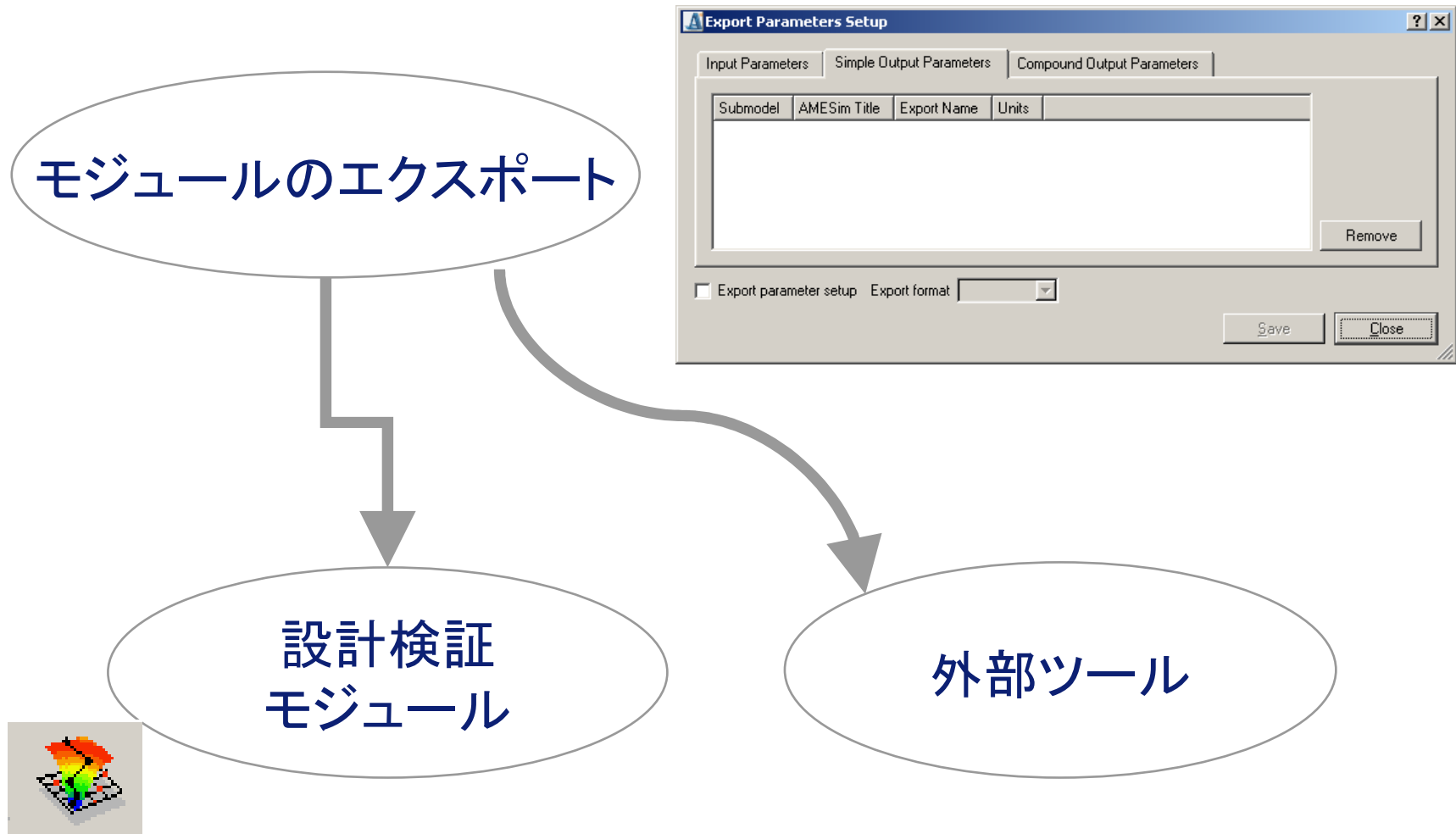
Genetic algorithm

モンテカルロ法

シミュレーション結果への不果実性の影響を想定する

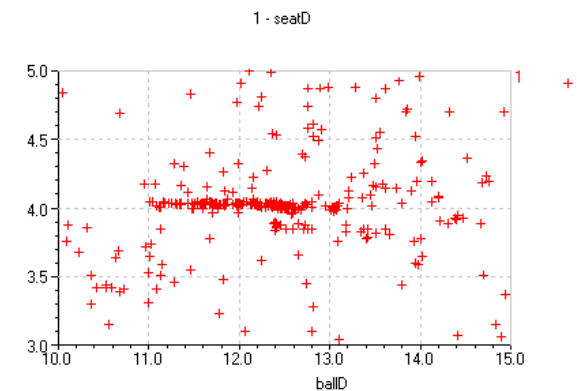
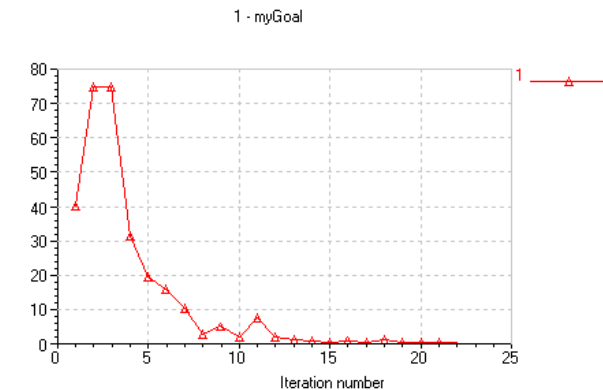
モンテカルロ法によるアプローチ

既存特長と外部ツール



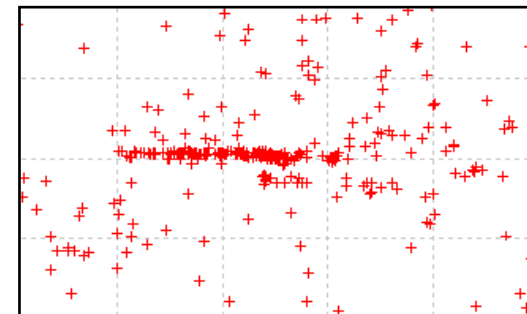
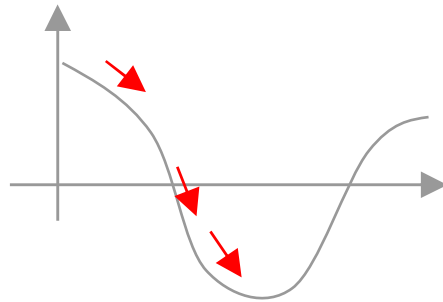
最適設計

- 最適設計(パラメータセット)の条件:
 - 目的を達成できる(値は最小)
 - 制約を考慮に入れている
- 非線形二次プログラミング
 - 勾配の利用
 - 適当なラン回数
 - 精度の良さ
- 遺伝的アルゴリズム
 - ダーウィン処理による収束
 - 連続的/不連続的パラメータ
 - 膨大なラン回数が必要



最適設計

- 最適設計(パラメータセット)の条件:
 - 目的を達成できる(値は最小)
 - 制約を考慮に入れている
- AMESimは目的をゼロにしようとする
- 2種の理論:ローカル/グローバル



Global

- システムに最適の結果を適用する

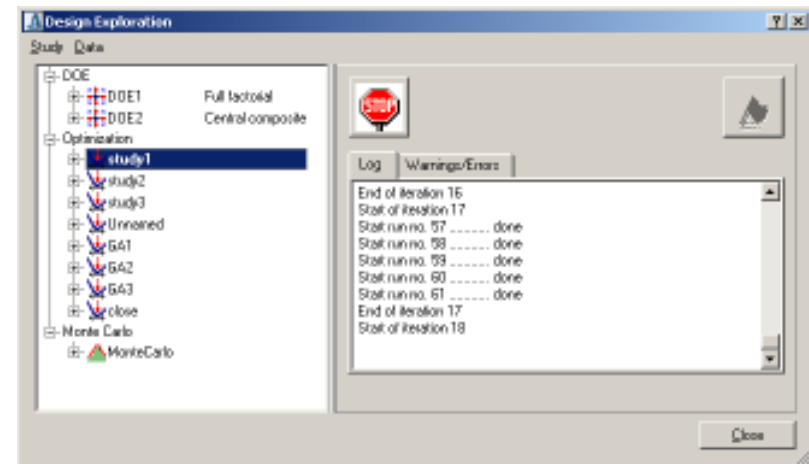
最適設計

- 1. モジュールのエキスポートへの入力/出力
 - ドラッグドロップで入力と出力を選択
 - 基準に到達する事後処理後の出力を定義

- 2. 問題の定義
 - 有用な入力/出力をチェックする
 - 値、技術、目的を設定

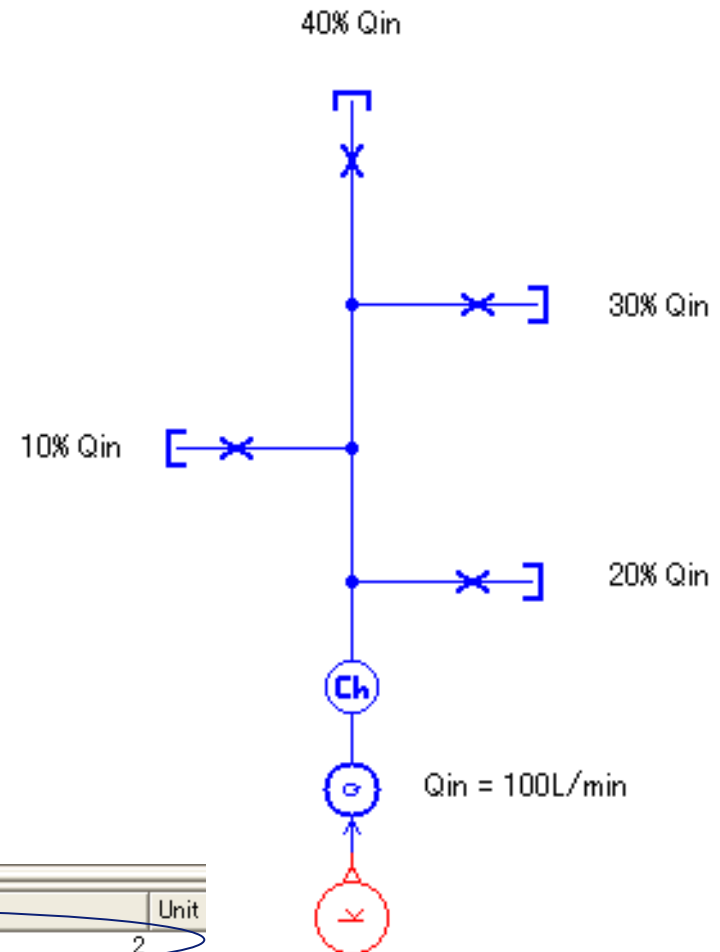
- 3. 実行
 - シングルコントロールパネル
 - 数種の研究の同時進行もありうる

- 4. 事後処理
 - 容易に利用できる
 - ASCIIファイルで結果が見られる



最適設計: 演習

- 右図は油圧ネットワークのシンプルモデルである。入力流量は100L/分である
- 流量は4つのオリフィスを通る
- 初期設定ではオリフィス径はいずれも5mm
- 各オリフィスを通る流量の定義量を知ることが目的とする
- この演習では、最適設計を利用しオリフィス径を調整し、上記の目的を達成する

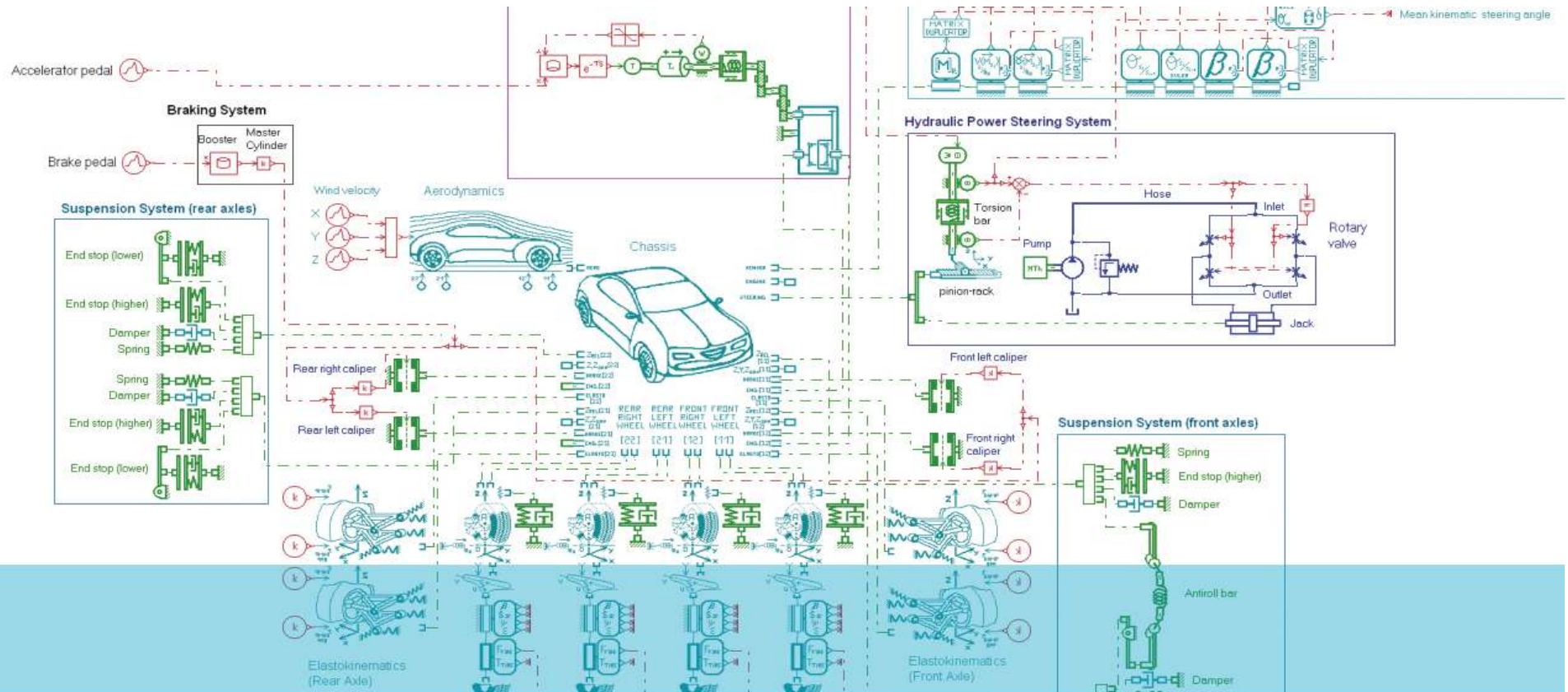


オリフィス: パラメータ

Title	Value	Unit
1 for pressure drop/flow rate p...		2
index of hydraulic fluid		0
characteristic flow rate		1 L/min
corresponding pressure drop		1 bar
equivalent orifice diameter		5 mm
maximum flow coefficient		0.7 null
critical flow number (laminar ->...		1000 null

エクセルインターフェイス

- エクセル、ビジュアルベーシックファンクションでできること: In Excel, Visual Basic functions are available to:
 - AMESimパラメータ入手: `AMEVbaGetPar`
 - AMESimパラメータの変更: `AMEVbaPutPar`
 - AMESimの実行: `AMEVbaRun`
 - AMESimの最終結果を入手: `AMEVbaGetFinalRes`
 - AMESimのシミュレーション結果を入手: `AMEVbaGetRes`
- これらVBAサブルーティンは、\$AME/misc フォルダ内の `AMEVbaInterface.bas` で定義される
- 入力/出力はモジュールのエクスポートにより定義される



Thank you