動力伝達システムにおける
プラントモデル I/F ガイドライン準拠
CVT トランスミッション
第 3 階層プラントモデル解説書
(ver.1.0)

改訂履歴

Rev.	日付	内容	会社名	承認者
-	2020/02/26	初版		

Contents

1. 概要 7
1.1. モデルの目的 7
1.2. モデルの前提・制約事項 7
1.3. モデル化の範囲 7
2. Modelica モデル 8
2.1. 動作・使用環境 8
2.2. ファイル構成 8
2.3. モデルの基本構造 9
2.4. シミュレーション実行方法 10
2.4.1. 車両シミュレーション実行 10
2.4.1.1 Modelica モデルのオープン 10
2.4.1.2 シミュレーションのセットアップ・実行 10
2.4.2. シミュレーション時間 12
2.4.3. シミュレーション結果確認 12
2.4.3.1 特性・変数の結果選択方法 13
2.5. 走行パターン変更方法 14
2.5.1. 走行パターン変更 14
2.5.1.1 Enviroment モデルのオープン 14
2.5.1.2 パラメータ設定ウインドウオープン 14
2.5.1.3 パラメータ設定 15
2.5.2. シミュレーションの実行 15
2.6. 設定パラメータ変更方法 16
2.6.1. 設定パラメータの変更 16
2.6.1.1 パラメータの変更 16
2.6.1.2 MAP パラメータの変更 16
2.6.2. シミュレーションの実行 16
2.6.3. 参考事例 17
2.6.3.1 参考事例 1：熱パラメータの変更 17
2.6.3.1.1 熱パラメータ変更画面を開く 17
2.6.3.1.2 エンジン熱容量を変更する 18
2.6.3.2 参考事例 2：運動パラメータの変更 19
2.6.3.2.1 フライホイールイナーシャパラメータ変更画面を開く 19
2.6.3.2.2 フライホイールイナーシャを変更する 20
3. CVT 第 3 階層モデルの解説 21
3.1. 運動系モデル 21
3.1.1. エンジンモデル (Vehicle.Engine) 21
3.1.1.1 概要 21
3.1.1.2 ダイアグラム 21
3.1.1.3 入出力仕様 22
3.1.1.4 構成要素 22
3.1.1.5 パラメータ仕様 22
3.1.2. スターターモデル (Vehicle.Starter) 23
3.1.2.1 概要 23
3.1.2.2 ダイアグラム 23
3.1.2.3 入出力仕様 23
3.1.2.4 構成要素 23
3.1.3. トランスミッションモデル (TransMission.Mechanics.TransMission) 24

3.1.3.1 概要 24
3.1.3.2 ダイアグラム 24
3.1.3.3 スケルトン 25
3.1.3.4 入出力仕様 26
3.1.3.5 構成要素 26
3.1.3.6 パラメータ仕様 26
3.1.4. CVT 変速機構モデル (TransMission.Mechanics.CVT_DS) 27
3.1.4.1 概要 27
3.1.4.2 ダイアグラム 27
3.1.4.3 入出力仕様 28
3.1.4.4 構成要素 28
3.1.4.5 パラメータ仕様 29
3.1.5. 発進デバイス (TransMission.Mechanics.TorqueConverter) 30
3.1.5.1 概要 30
3.1.5.2 ダイアグラム 30
3.1.5.3 入出力仕様 30
3.1.5.4 構成要素 31
3.1.5.5 パラメータ仕様 31
3.1.6. セレクトギヤ (TransMission.Mechanics.SelectGear) 32
3.1.6.1 概要 32
3.1.6.2 ダイアグラム 32
3.1.6.3 入出力仕様 32
3.1.6.4 構成要素 33
3.1.6.5 パラメータ仕様 33
3.1.7. クラッチ (TransMission.Mechanics.ClutchWtLoss) 34
3.1.7.1 概要 34
3.1.7.2 ダイアグラム 34
3.1.7.3 入出力仕様 35
3.1.7.4 構成要素 35
3.1.7.5 パラメータ仕様 35
3.1.8. 荷重配分計算ブロック BR1_2
(TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR1_2) 36
3.1.8.1 概要 36
3.1.8.2 ダイアグラム 36
3.1.8.3 入出力仕様 36
3.1.9. プラネタリギヤ (TransMission.Mechanics.Elements.PlanetaryGear_wLoss) 37
3.1.9.1 概要 37
3.1.9.2 ダイアグラム 37
3.1.9.3 入出力仕様 38
3.1.9.4 構成要素 38
3.1.9.5 パラメータ仕様 38
3.1.10. バリエーター (TransMission.Mechanics.Variator) 39
3.1.10.1 概要 39
3.1.10.2 ダイアグラム 39
3.1.10.3 入出力仕様 39
3.1.10.4 構成要素 40
3.1.10.5 パラメータ仕様 40
3.1.11. 荷重配分計算ブロック BR3_4
(TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR3_4) 42

3.1.11.1 概要 42
3.1.11.2 ダイアグラム 42
3.1.11.3 入出力仕様 42
3.1.12. 荷重配分計算ブロック BR5_6
(TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR5_6) 43
3.1.12.1 概要 43
3.1.12.2 ダイアグラム 43
3.1.12.3 入出力仕様 43
3.1.13. ベルト・プーリー (TransMission.Mechanics.BeltPully_wLoss) 44
3.1.13.1 概要 44
3.1.13.2 ダイアグラム 44
3.1.13.3 入出力仕様 45
3.1.13.4 構成要素 45
3.1.13.5 パラメータ仕様 45
3.1.14. セカンダリトルク比算出(TransMission.Mechanics.Calc.VariatorSecTrqRatio) 46
3.1.14.1 概要 46
3.1.14.2 ダイアグラム 46
3.1.14.3 入出力仕様 46
3.1.15. 終減速機 (TransMission.Mechanics.FinalGear) 47
3.1.15.1 概要 47
3.1.15.2 ダイアグラム 47
3.1.15.3 入出力仕様 47
3.1.15.4 構成要素 48
3.1.15.5 パラメータ仕様 48
3.1.16. 荷重配分計算ブロック BR7_8
(TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR7_8) 50
3.1.16.1 概要 50
3.1.16.2 ダイアグラム 50
3.1.16.3 入出力仕様 50
3.1.17. 荷重配分計算ブロック BR9_10
(TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR9_10) 51
3.1.17.1 概要 51
3.1.17.2 ダイアグラム 51
3.1.17.3 入出力仕様 51
3.1.18. ファイナルギヤ損失 (TransMission.Mechanics.Gear_wLoss) 52
3.1.18.1 概要 52
3.1.18.2 ダイアグラム 52
3.1.18.3 入出力仕様 53
3.1.18.4 構成要素 53
3.1.18.5 パラメータ仕様 53
3.1.19. タイヤ・走行抵抗(Vehicle.VEHICLE) 54
3.2. 熱系モデル 55
3.2.1. 熱モデル全体機能仕様 (Thermal.thermai_circuits.thermal_common) 55
3.2.1.1 概要 55
3.2.1.2 ダイアグラム 55
3.2.1.3 入出力仕様 56
3.2.1.4 パラメータ仕様 56
3.2.1.5 その他情報 58
3.3. ドライバーモデル 59

3.4. 走行モード・環境条件モデル 59
3.5. 制御モデル 60
3.5.1. VCU 機能仕様 (Vehicle_control_Unit.VEHICLE_CNT) 60
3.5.1.1 概要 60
3.5.1.2 ダイアグラム 60
3.5.1.3 入出力仕様 60
3.5.1.4 構成要素 60
3.5.2. ECU 機能仕様 (Vehicle.ECU) 61
3.5.2.1 概要 61
3.5.2.2 ダイアグラム 61
3.5.2.3 入出力仕様 61
3.5.2.4 構成要素 61
3.5.2.5 パラメータ仕様 61
3.5.3. TCU 機能仕様 (Control.TM_CNT) 62
3.5.3.1 入出力仕様 62
3.6. Modelica モデル共通仕様 64
3.6.1. 特性マップ・テーブル設定 64
4. Simulink モデル 65
4.1. 動作・使用環境 65
4.2. ファイル構成 65
4.3. モデル構造 66
4.4. 使用方法 67
4.4.1. シミュレーション実行 67
4.4.1.1 MATLAB の起動・初期設定 67
4.4.1.2 シミュレーションの開始 67
4.5. シミュレーション結果 68
4.6. FMU の生成 69
4.6.1. 生成する FMU の種類（タイプとビット数） 69
4.6.2. 表データファイルの取扱い 69
4.6.3. Simulink 上でのパラメータの設定 69
5. 参考文献 70

1. 概要

1.1. モデルの目的

本モデルは、動力伝達システムモデルの企業間での流通を促進するために「動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン」(自動車用動力伝達技術研究組合(TRAMI)発行、以下「TRAMI ガイドライン」と表記)に準拠し、モデルを実際に実行することで、ガイドラインの理解向上を目的としている。経産省ガイドラインモデルへ結合することでモデル化した部品が車両性能に与える影響を検討可能とすることを目的としている。また、サブシステムモデルを自分のモデルと入れ替えて実行することで、モデル交換時のガイドライン事前チェッカーやトラブルの先出としての利用も期待する。

1.2. モデルの前提・制約事項

自動車の基礎知識のない方にも理解しやすくするために、動力伝達システムの機能や構造を抽象化している。物理領域は、運動(回転)系、熱系を範囲としている。今回は CVT を想定したモデル化となっている。

モデル作成ツールとして、プラントモデルは OpenModelica をベースに作成する。MATLAB® Simulink® をベースに作成されている経産省 I/F ガイドライン準拠モデルへの組み込みは、作成したプラントモデルを Functional Mockup Unit(以下「FMU」と表記)に変換し行う。

1.3. モデル化の範囲

本解説書では第 3 階層 CVT プラントモデルとして作成した下記機能のモデル詳細について解説する。また、第 3 階層でモデル化した機能で構築されるトランスミッションモデル、熱モデル等の機能についても解説する。

第3階層CVTプラントモデルでモデル化した機能

プラントモデル
・エンジンモデル
・スターターモデル
・トランスミッションモデル
・熱系システムモデル
・ドライバーモデル
・走行条件、環境条件
・タイヤ、走行抵抗

制御モデル
・TCU
・VCU
・ECU

2. Modelica モデル

2.1. 動作・使用環境

本モデルは下記環境および条件にて動作を保証する。

〈OS 環境〉

OS	Windows10 64bit
PC スペック	メモリ 8GB 以上

〈ツール環境〉

ツール名	OpenModelica 64bit
ツールバージョン	v1.14.1

〈モデル計算条件〉

ソルバ	dassl (default solver - BDF method - implicit)
許容値	1e-6
最大積分次数	5

また、以下ツールでの動作を確認している。

Dymola 2021、Simulation X ver4.1

2.2. ファイル構成

Modelica モデルのファイル構成を示す。

＜ファイル構成＞

TRAMI_L3_CVT_open.mo	Modelica モデル本体
library_etc	制御 C ソースコードフォルダ
ModelicaInputData	走行パターン、環境条件フォルダ
param	熱モデル制御、特性値フォルダ
Tables	運動系モデル特性値フォルダ

※OpenModelica モデル及び参照ファイルはスペース・非 ASCII 文字を含まないパスに保存すること

＜モデル使用環境＞

使用可能ツール	MSL 3.2.3 が使用できる Modelica ツール
形式	Modelica 書式テキストファイル

2.3. モデルの基本構造

Figure 2.3.1 に簡易車両･ドライバーモデルを含む車両システムモデルを示す。

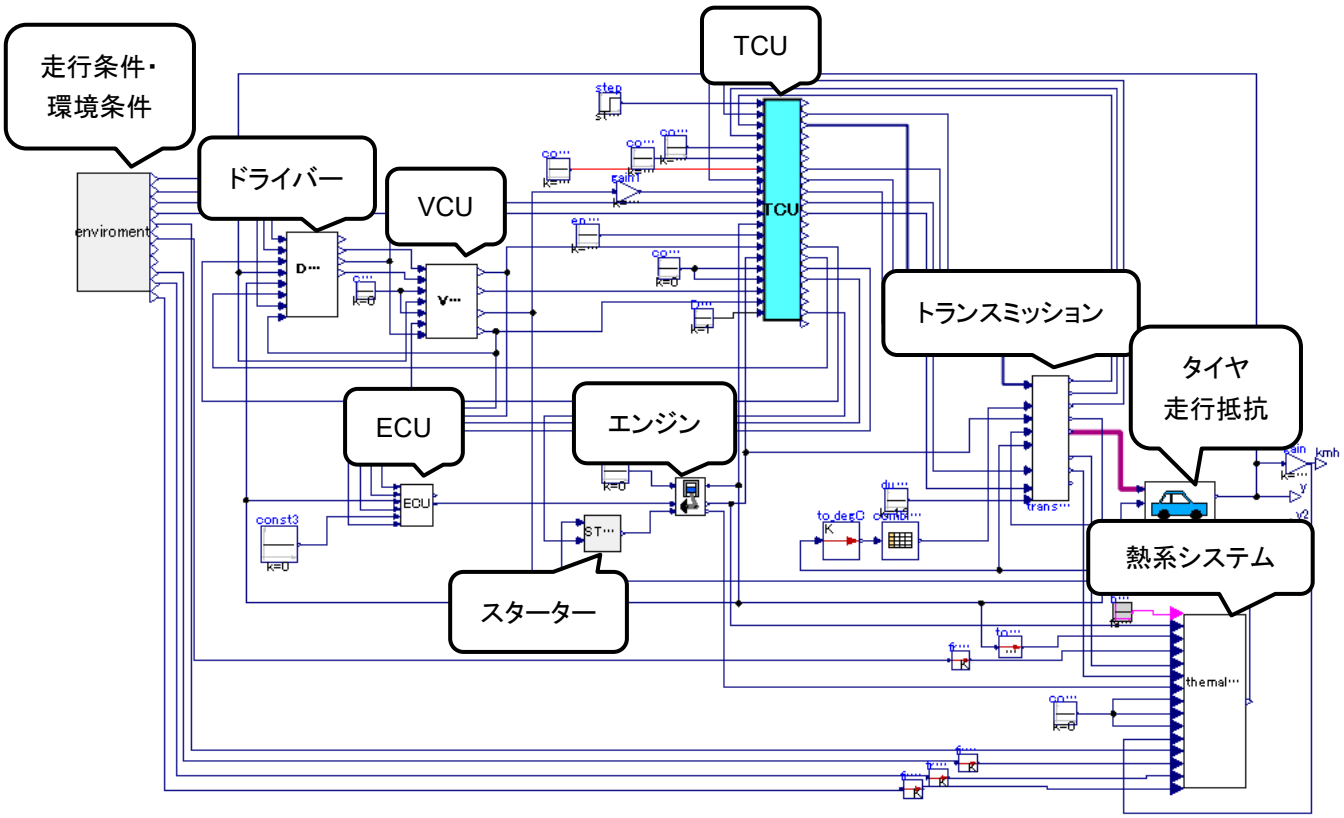

Figure 2.3.1 車両システムモデル(CVT_VehicleSystemModel)

2.4. シミュレーション実行方法

車両走行シミュレーションの実行を以下に示す。

2.4.1. 車両シミュレーション実行

2.4.1.1 Modelica モデルのオープン

Modelica モデルファイル TRAMI_L3_CVT_open.mo を OpenModelica で開く。
※OpenModelica モデル及び参照ファイルはスペース・非 ASCII 文字を含まないパスに保存すること。

シミュレーションモデル“CVT_VehicleSystemModel”をダブルクリックで開き、OpenModelica ダイアグラムビューに展開する。

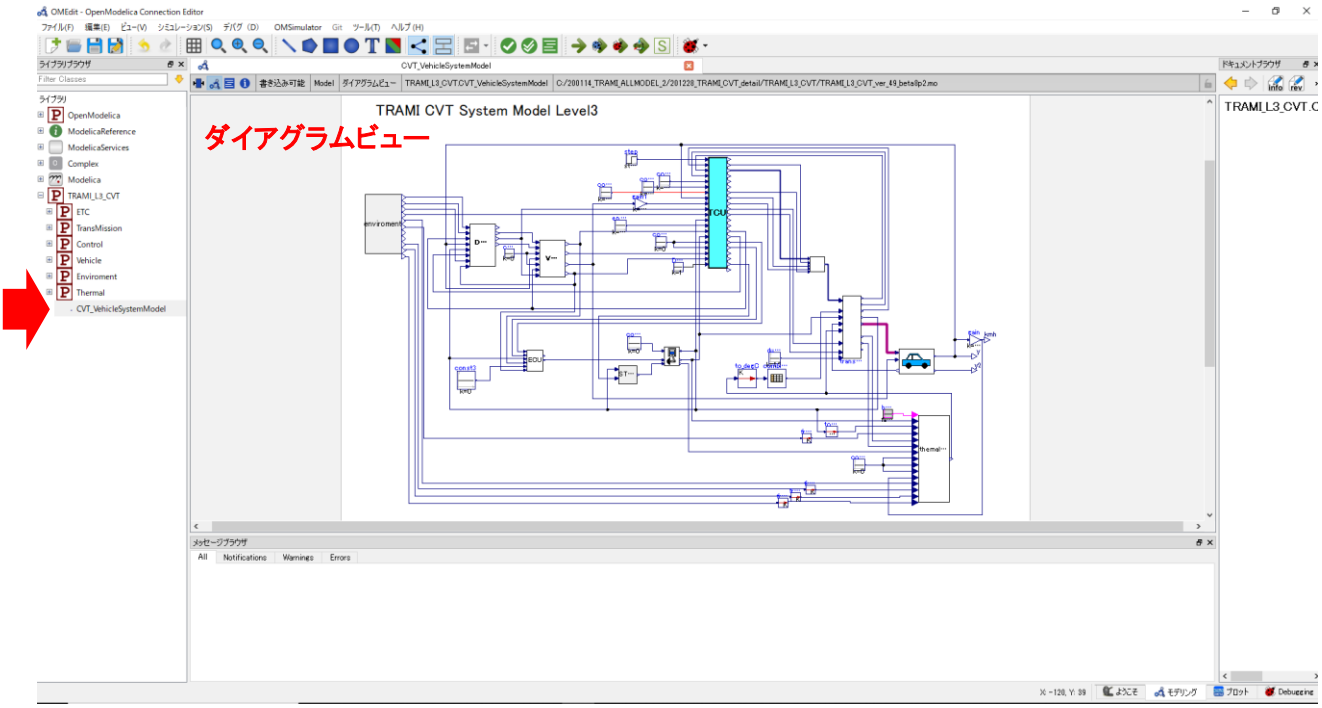

Figure 2.4.1.1.1 シミュレーションモデルのオープン

2.4.1.2 シミュレーションのセットアップ・実行

シミュレーションのセットアップボタンを押し、セットアップウインドウを立ち上げる。

Figure 2.4.1.2.1 シミュレーションのセットアップボタン

開始時間:0secs、終了時間:1800secs(WLTC モードの場合)、間隔:0.1secs、積分手法:dassl、許容値:1e-6 に設定する。

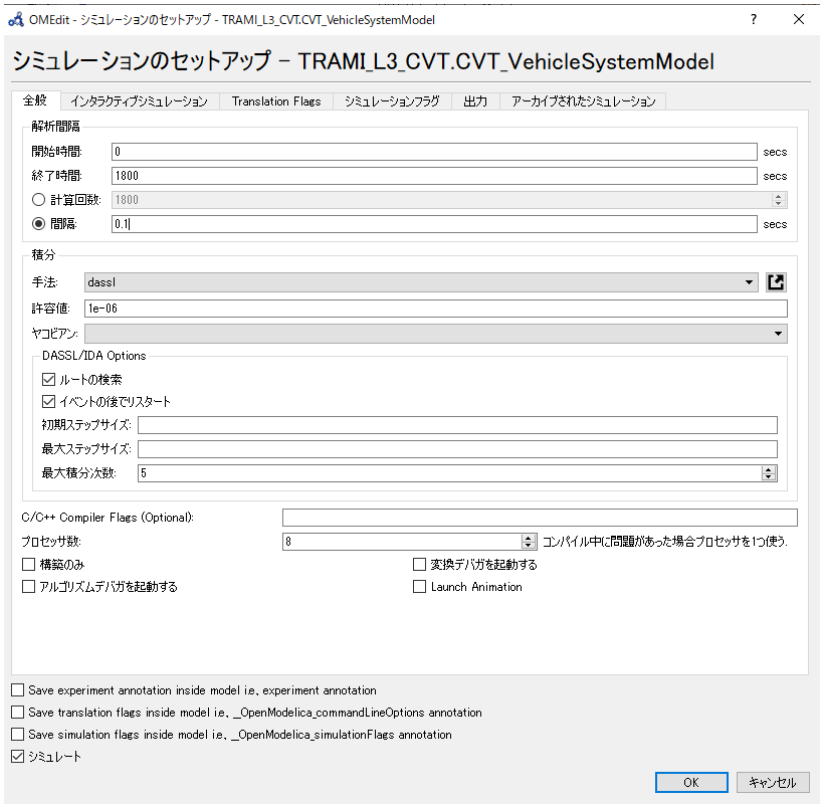

Figure 2.4.1.2.2 シミュレーションのセットアップ

出力タブを選択し、等間隔の時間グリッドにのみチェックを入れる。結果を mat 形式で出力したい場合は、出力書式で mat を選択する。OK を押しシミュレーションを開始する。

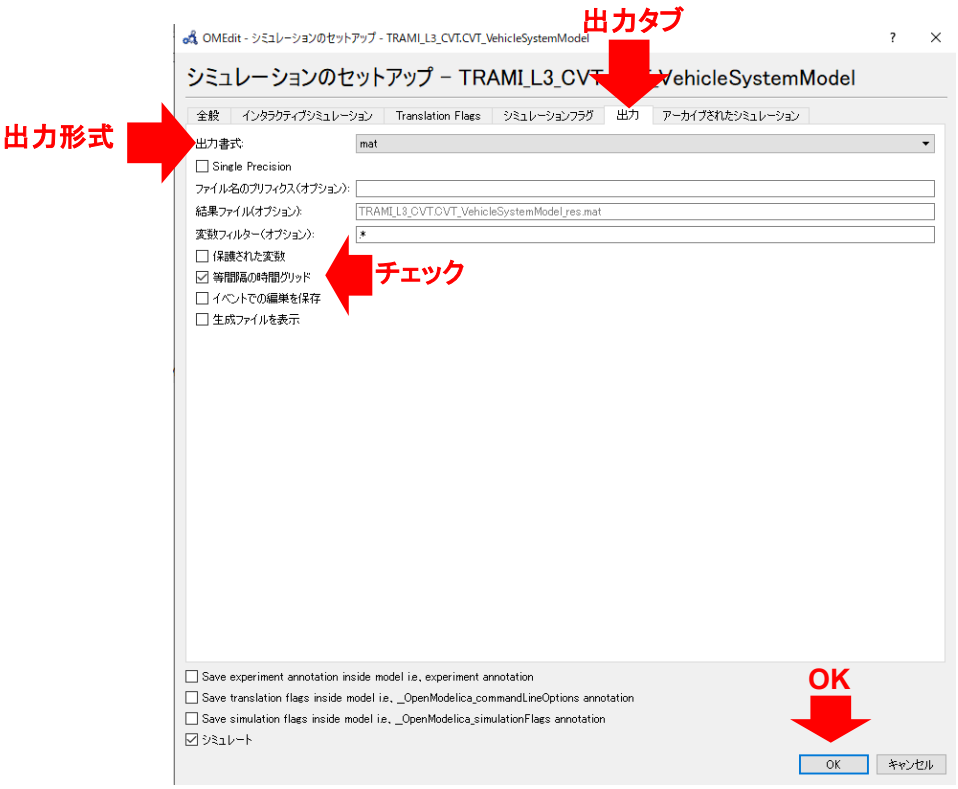

Figure 2.4.1.2.3 シミュレーション出力のセットアップ

2.4.2. シミュレーション時間

下記のスペックで 3400sec 程度 @WLTC モード

プロセッサ：Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz 1.99GHz
実装メモリ：16.0 GB
システム：64 ビットオペレーティングシステム
OS：Windows 10 Enterprise

2.4.3. シミュレーション結果確認

シミュレーションが完了するとプロットウインドウに切り替わる。結果を表示したい変数のチェックボックスにチェックを入れることで結果がプロット表示される。

Figure 2.4.3.1 シミュレーション結果確認

出力結果はツール - オプションから作業ディレクトリに指定されたフォルダに保存される。

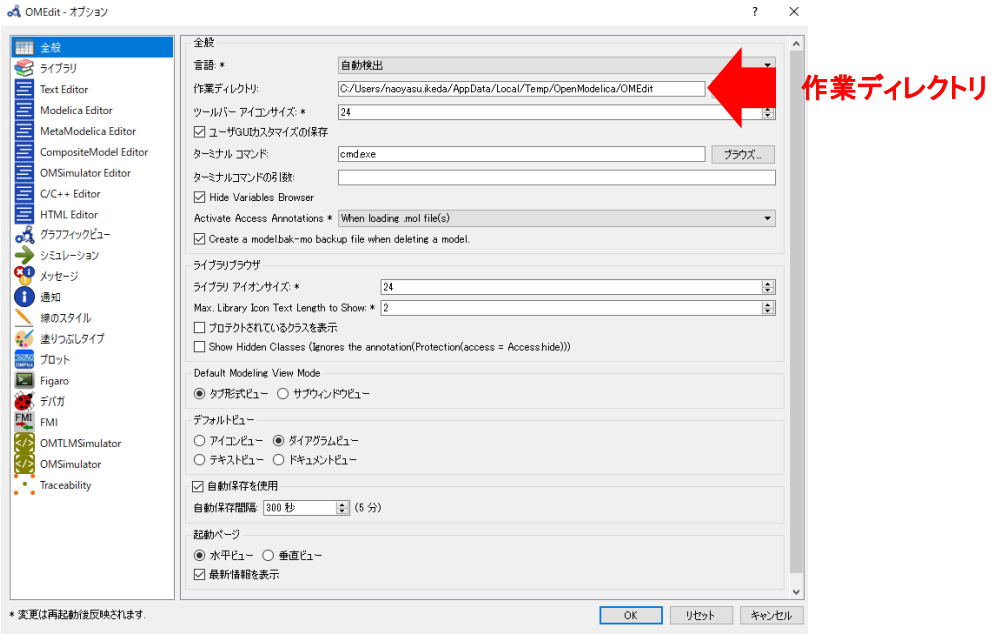

Figure 2.4.3.2 結果ファイルの保存場所設定

2.4.3.1 特性・変数の結果選択方法

Modelica モデルは階層構造を持ち、計算結果も階層構造に沿った形式で保存される。例えば車両システムモデルのドライバーモデルに入力される目標車速の結果は、「実行モデル名－DRIVER－Target_Speed」の階層に保存されており、チェックを入れると表示される。重ね合わせて表示することも可能である。

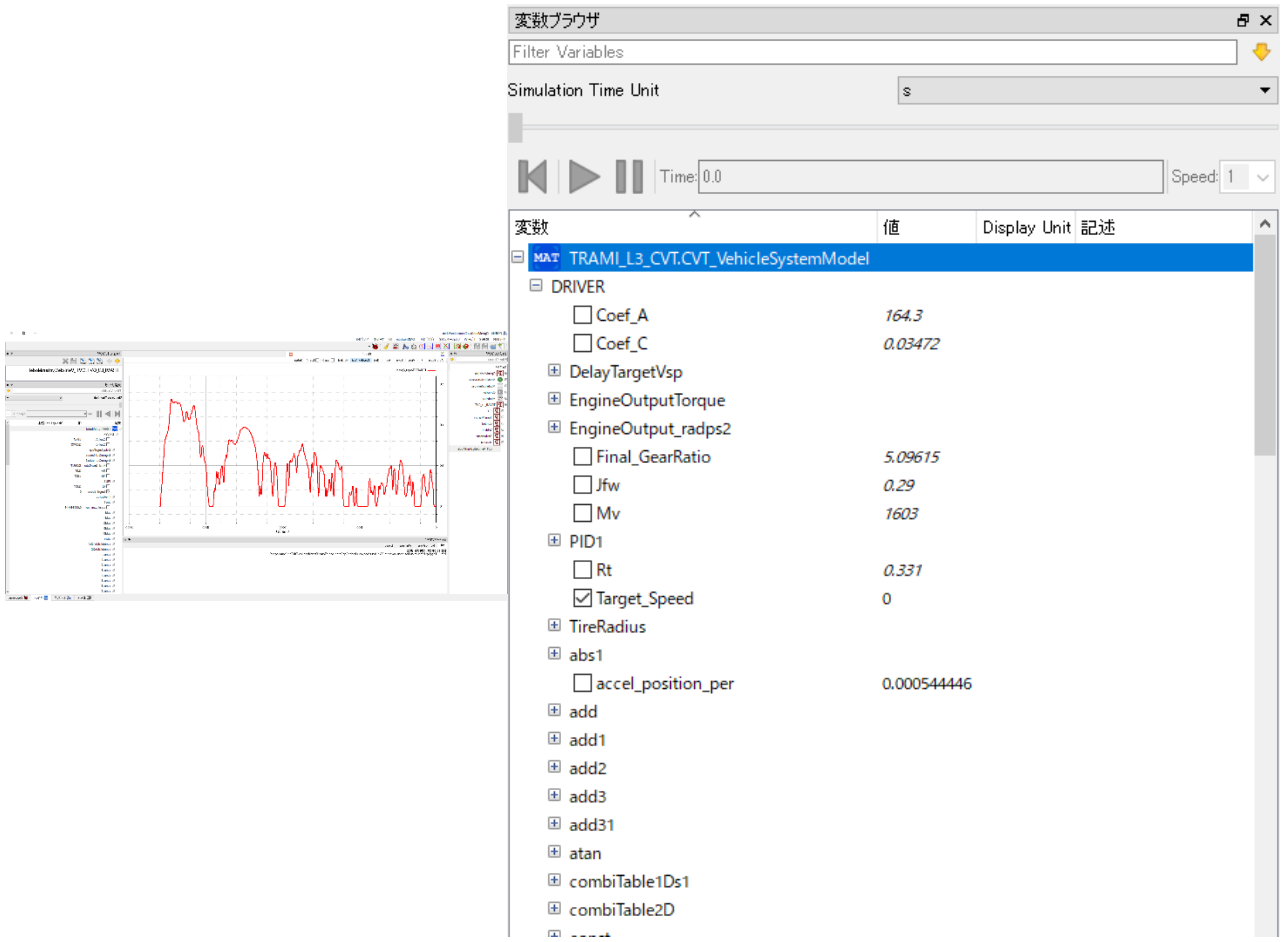

Figure 2.4.3.1.1 変数ブラウザでの特性・変数選択

2.5. 走行パターン変更方法

走行パターンの変更方法を以下に示す。

2.5.1. 走行パターン変更

2.5.1.1 Enviroment モデルのオープン

2.4.1.1 に従いシミュレーションモデル“CVT_VehicleSystemModel”を OpenModelica ダイアグラムビューに展開する。Enviroment ブロックを右クリックし、クラスを開くボタンを押す。

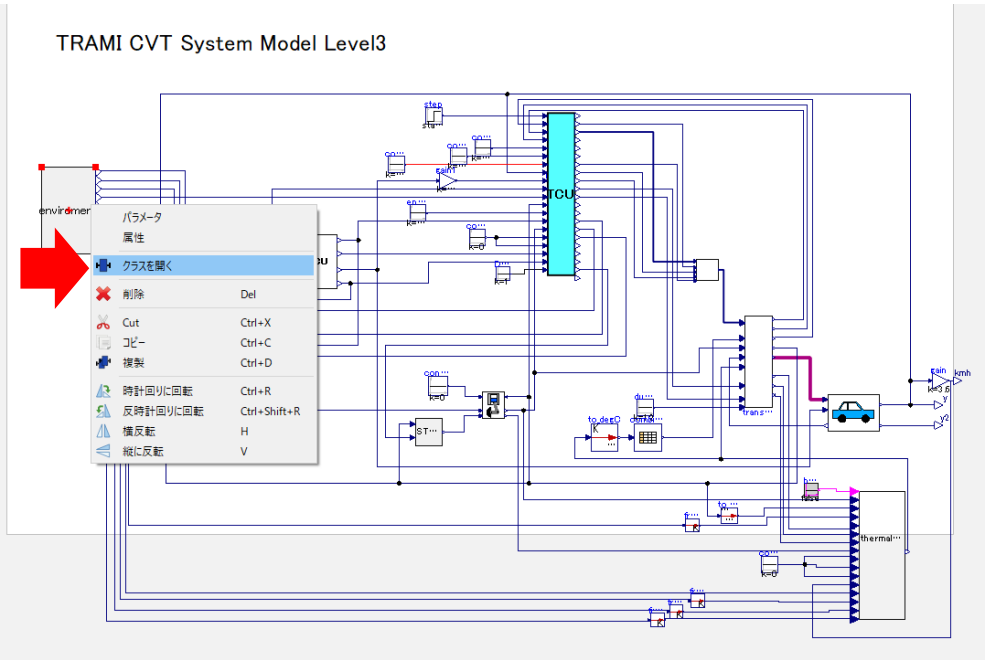

Figure 2.5.1.1.1 Enviroment モデルのオープン

2.5.1.2 パラメータ設定ウインドウオープン

combiTable1Ds をダブルクリックし、パラメータ設定ウィンドウを立ち上げる。

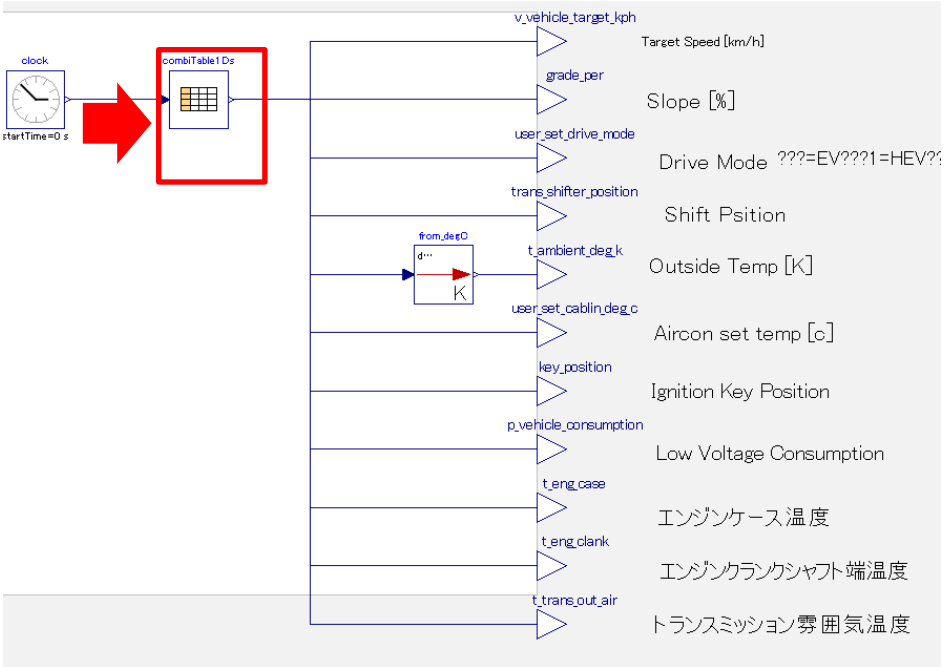

Figure 2.5.1.2.1 パラメータ設定ウィンドウのオープン

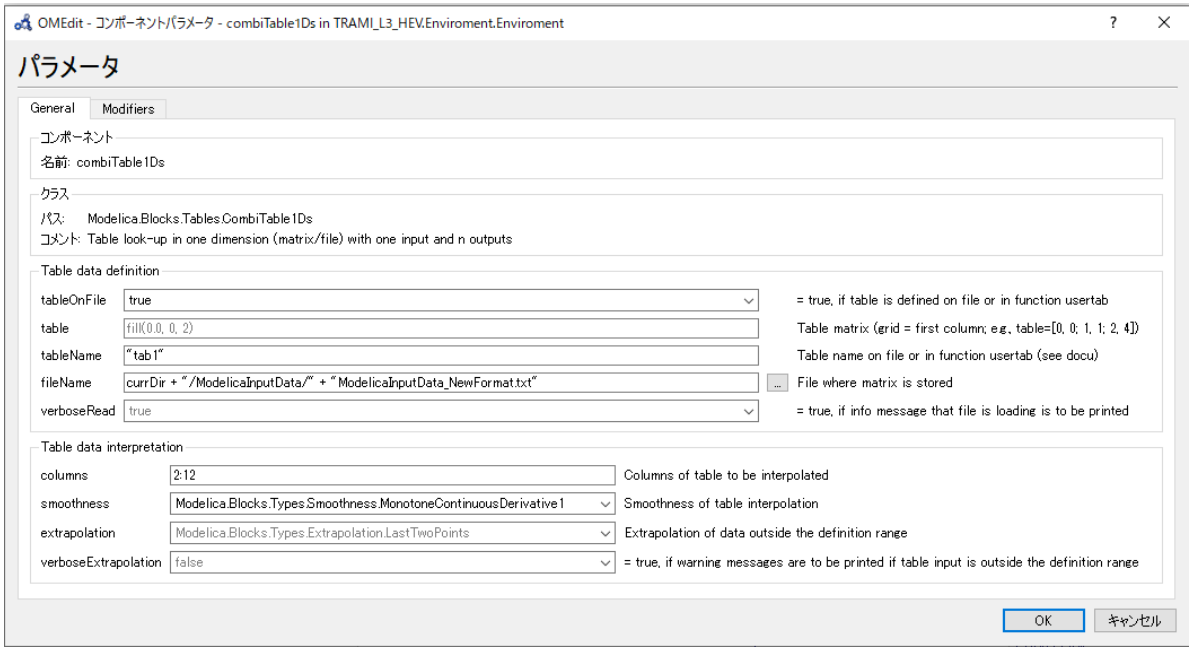

Figure 2.5.1.2.2 パラメータ設定ウィンドウ

2.5.1.3 パラメータ設定

fileName を設定したいファイル名に書き換え、OK を押す。デフォルトでは ModelicaInputData フォルダにリンクされており、いくつかの走行モードデータが用意されている。

Figure 2.5.1.3.1 ModelicaInputData フォルダ

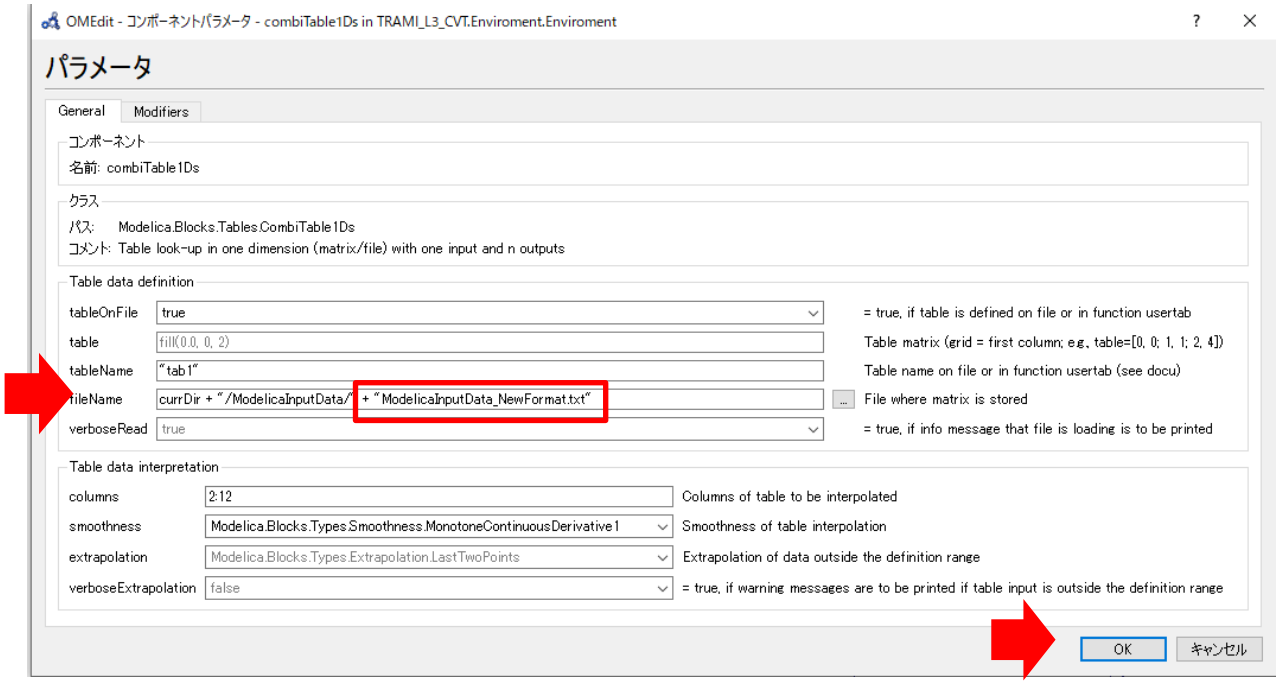

Figure 2.5.1.3.2 ファイル名書き換え

2.5.2. シミュレーションの実行

2.4 に従い、シミュレーション時間を設定した走行パターンに合わせ、シミュレーションを実行する。

2.6. 設定パラメータ変更方法

設定パラメータの変更方法を以下に示す。

2.6.1. 設定パラメータの変更

2.6.1.1 パラメータの変更

変更したいパラメータのブロックをダブルクリックする。変更するパラメータを入力する。OK を押す。

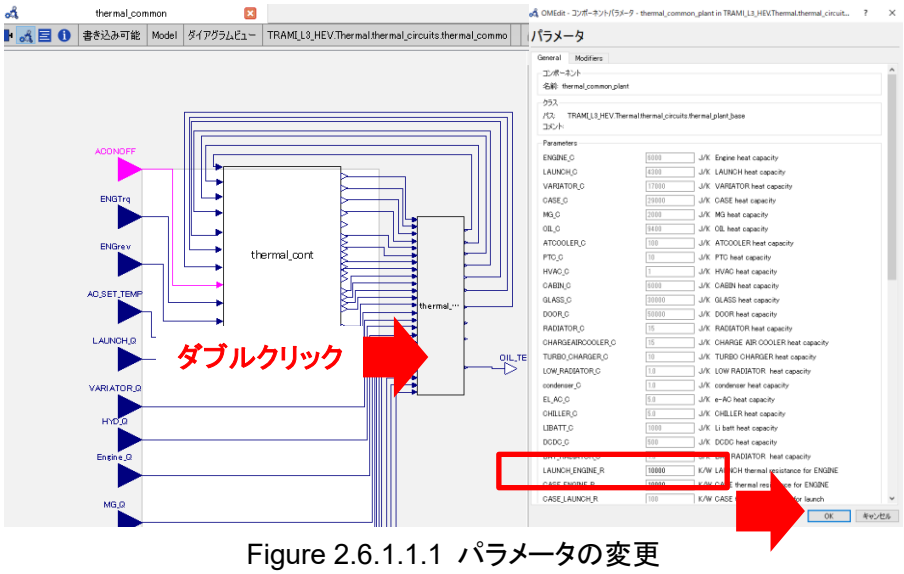

Figure 2.6.1.1.1 パラメータの変更

2.6.1.2 MAP パラメータの変更

変更したい MAP をダブルクリックし、ファイル名を確認する。ファイルを開き、数値変更を行い保存する。
MAP 記述内容については 3.6.1 参照のこと。

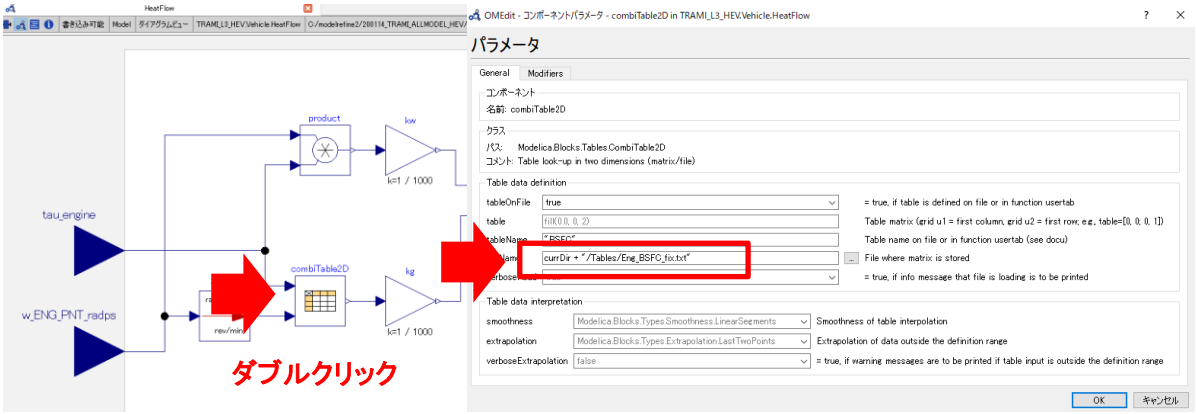

Figure 2.6.1.2.1 パラメータの変更ファイルの確認

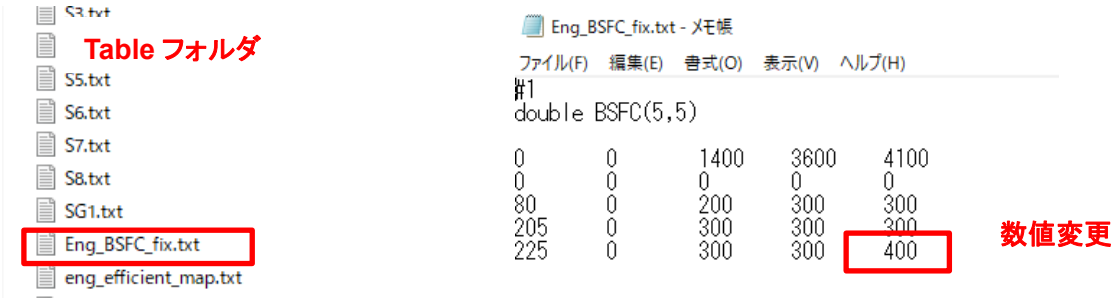

Figure 2.6.1.2.2 パラメータの変更

2.6.2. シミュレーションの実行

2.4 に従い、シミュレーションを実行する。

2.6.3. 参考事例

2.6.3.1 参考事例 1：熱パラメータの変更

参考事例として、エンジン熱容量を変更する手順を示す。

2.6.3.1.1 熱パラメータ変更画面を開く

Thermal_common を右クリック、クラスを開くをクリックし、モデルを開く。
thermal_common_plant をダブルクリックし、熱パラメータ変更画面を開く。

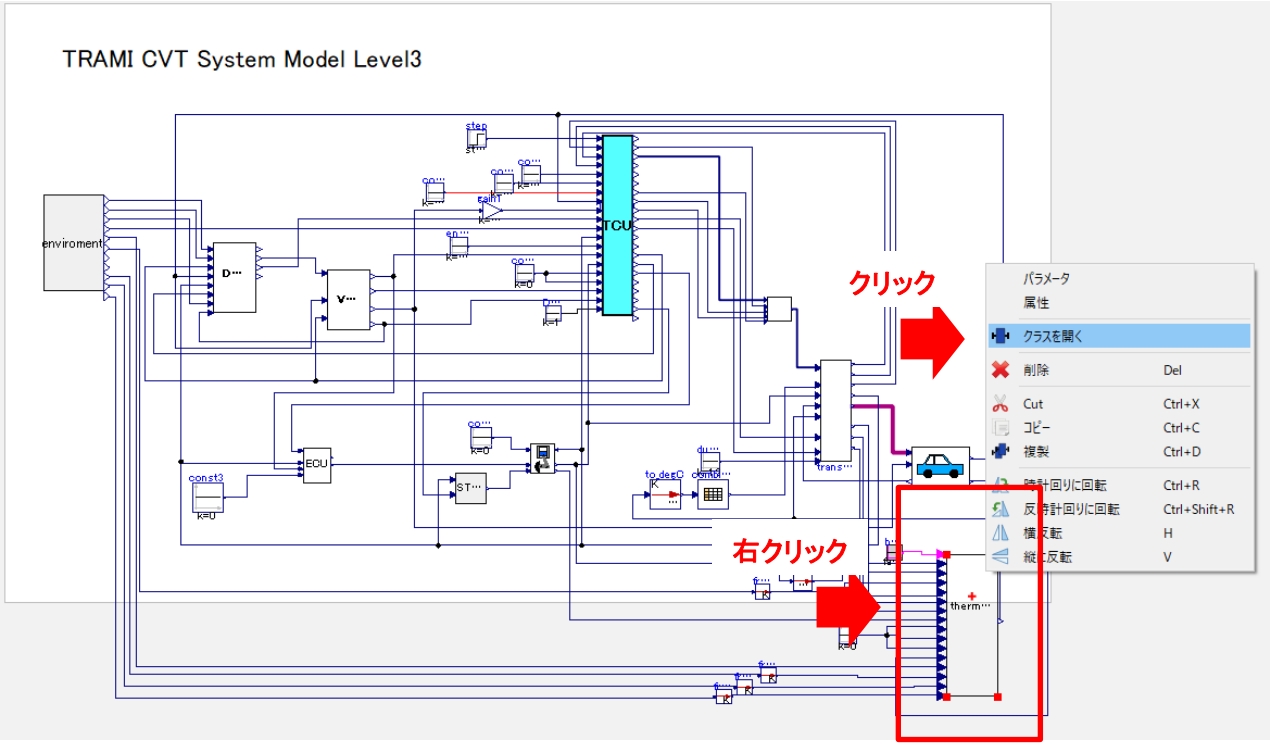

Fig. 2.6.3.1.1.1 Thermal_common モデルを開く

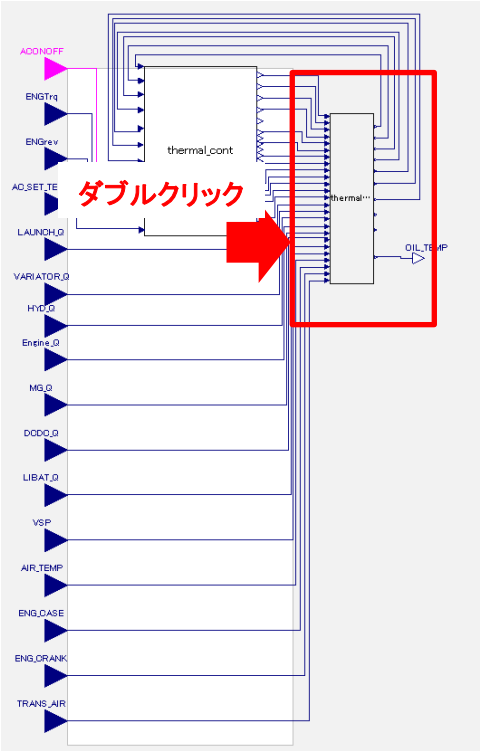

Fig. 2.6.3.1.1.2 thermal_common_plant をダブルクリック

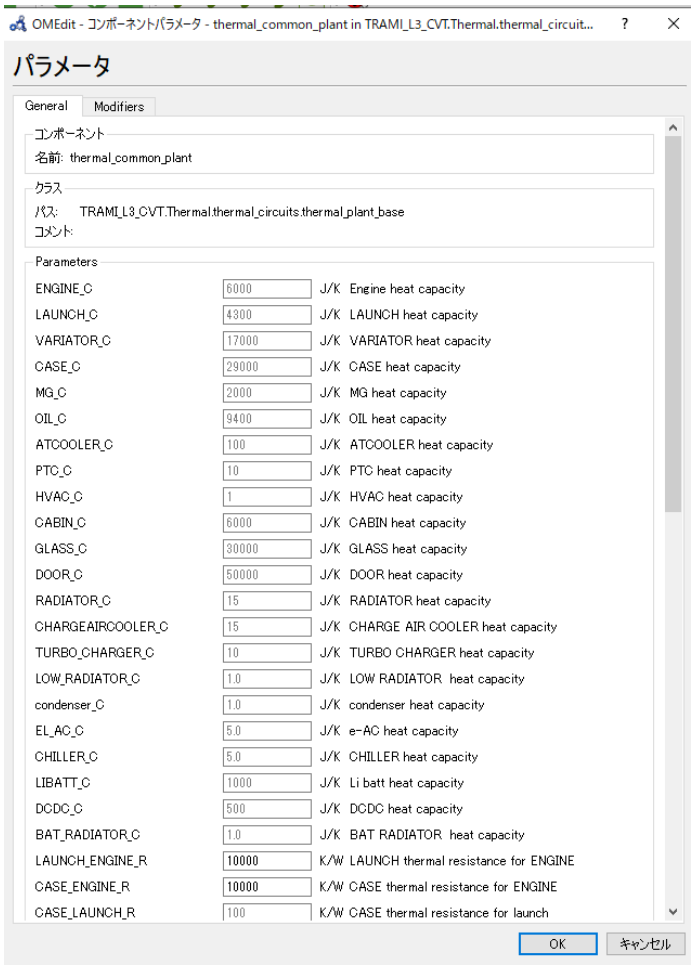

Fig. 2.6.3.1.1.3 熱パラメータ変更画面

2.6.3.1.2 エンジン熱容量を変更する

エンジン熱容量の数値を打ち換えて OK を押す。

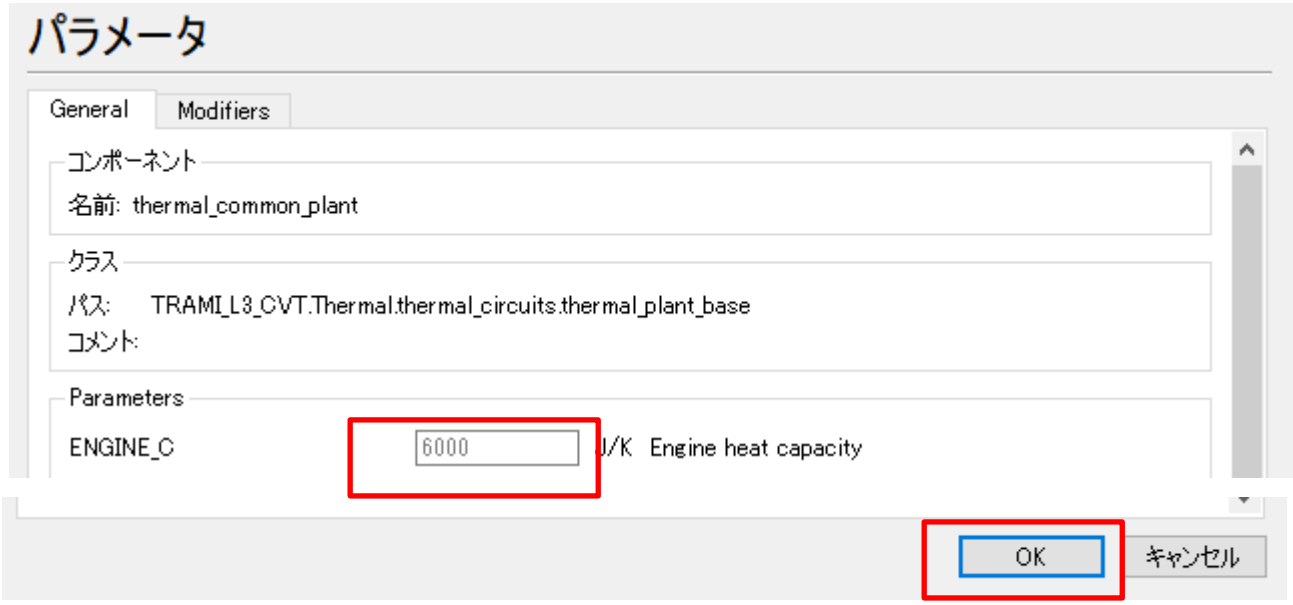

Fig. 2.6.3.1.2.1 エンジン熱容量の変更

2.6.3.2 参考事例 2:運動パラメータの変更

参考事例として、フライホイールイナーシャを変更する手順を示す。

2.6.3.2.1 フライホイールイナーシャパラメータ変更画面を開く

Transmission を右クリック、クラスを開くをクリックし、モデルを開く。

Flywheel をダブルクリックし、イナーシャパラメータ変更画面を開く。

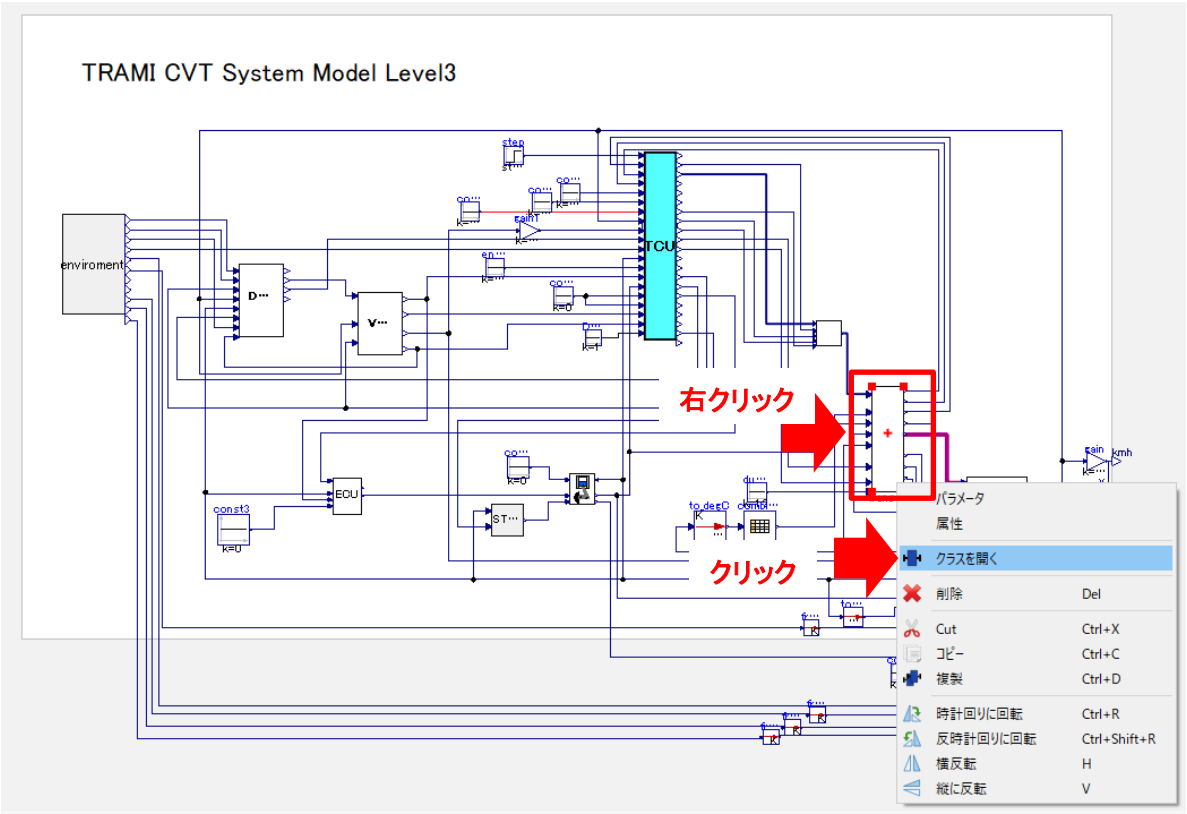

Fig. 2.6.3.2.1.1 Transmission モデルを開く

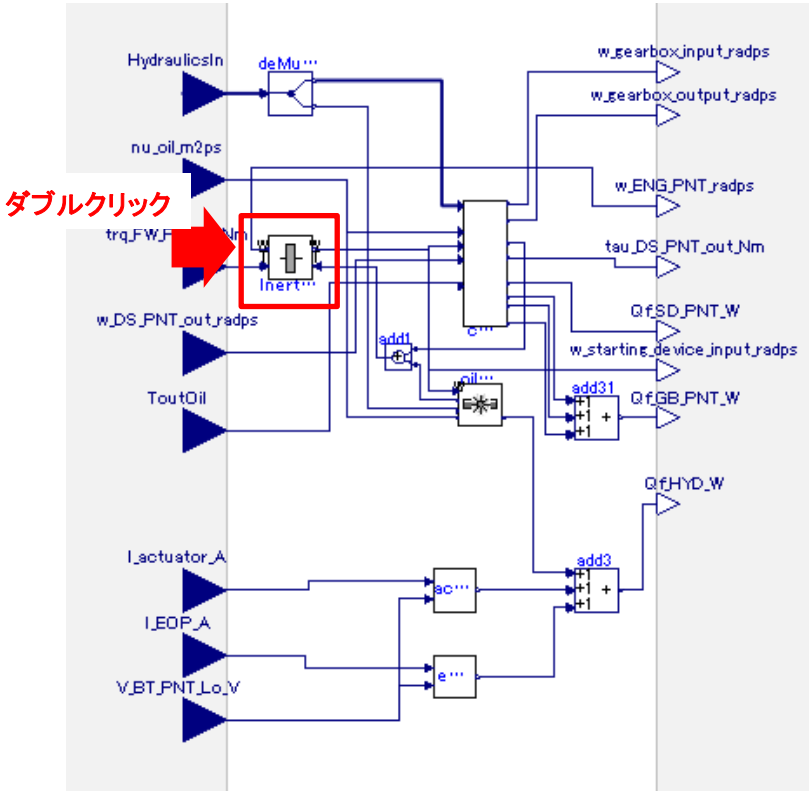

Fig. 2.6.3.2.1.2 Flyweel をダブルクリック

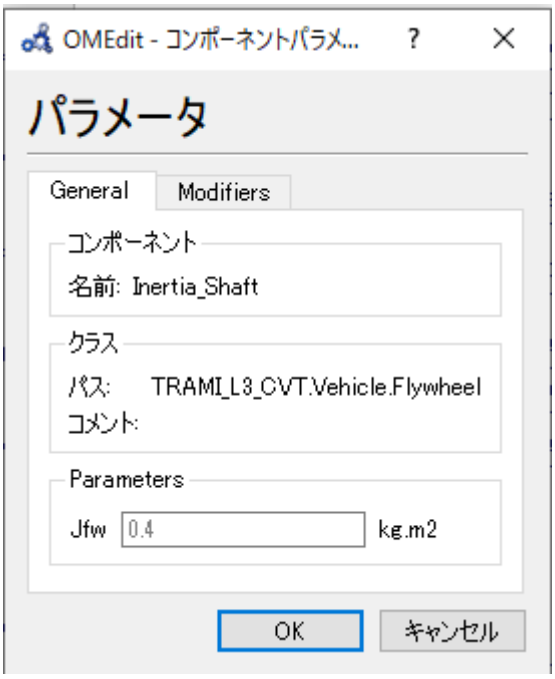

Fig. 2.6.3.2.1.3 イナーシャパラメータ変更画面

2.6.3.2.2 フライホイールイナーシャを変更する

フライホイールイナーシャの数値を打ち換えて OK を押す。

Fig. 2.6.3.2.2.1 フライホイールイナーシャの変更

3. CVT 第 3 階層モデルの解説

各モデルについて説明する。なおモデル名を Modelica の表記で用いられる階層（サブパッケージ）を'.'（ドット）でつなぐ表記法を用いる。

3.1. 運動系モデル

TRAMI ガイドライン準拠モデル、CVT 第 3 階層モデルの運動系モデルの機能仕様を記述する。

3.1.1. エンジンモデル (Vehicle.Engine)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、エンジンモデルの機能仕様を記述する。

3.1.1.1 概要

以下にエンジンモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・目標トルク、エンジン回転に応じたトルクを算出

② 熱系の機能
・エンジントルク、エンジン回転に応じた発熱量を算出

3.1.1.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

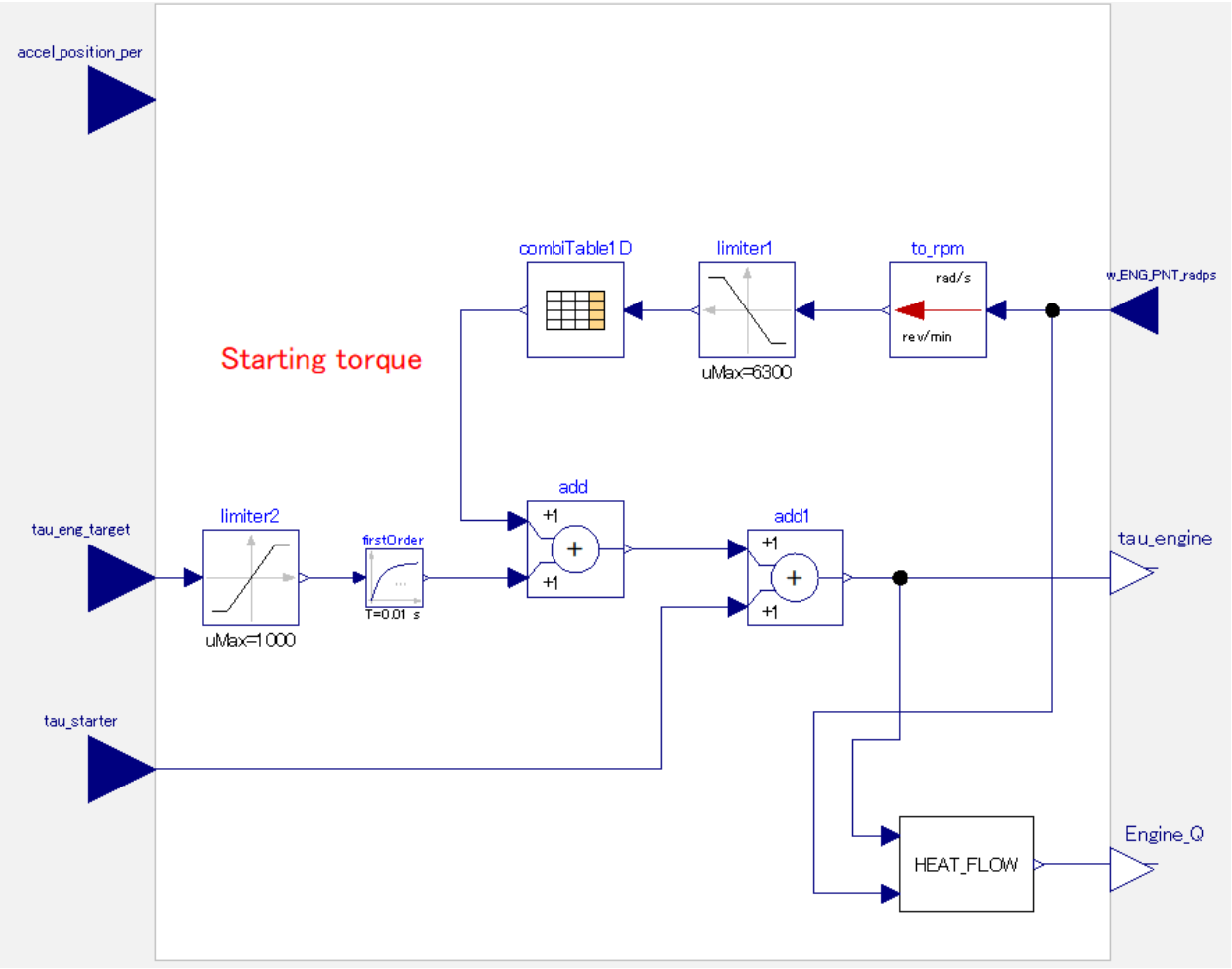

Fig.3.1.1.2.1 エンジンモデルのダイアグラム

3.1.1.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
w_ENG_PNT_radps	rad/s	ー	エンジン回転
tau_eng_target	Nm	ー	目標エンジントルク
tau_starter	Nm	ー	スタータートルク
出力			
名称	単位	範囲	説明
tau_engine	Nm	ー	エンジントルク
Engine_Q	W	ー	エンジン熱流量

3.1.1.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
heatFlow	エンジン発熱演算	※1　3.1.2	エンジン発熱を算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠ハイブリッドトランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照

3.1.1.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
Engine_Trq_Map	ENGINE_TRQ_MAP.txt	-	エンジントルク MAP ファイル
Engine_Trq_Table	ENGINE_TRQ_MAP	N/m	エンジントルク MAP

3.1.2. スターターモデル (Vehicle.Starter)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、スターターモデルの機能仕様を記述する。

3.1.2.1 概要

以下にスターターモデル機能を示す。

① 回転系の機能

・状態に応じてスタータートルクを算出

3.1.2.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

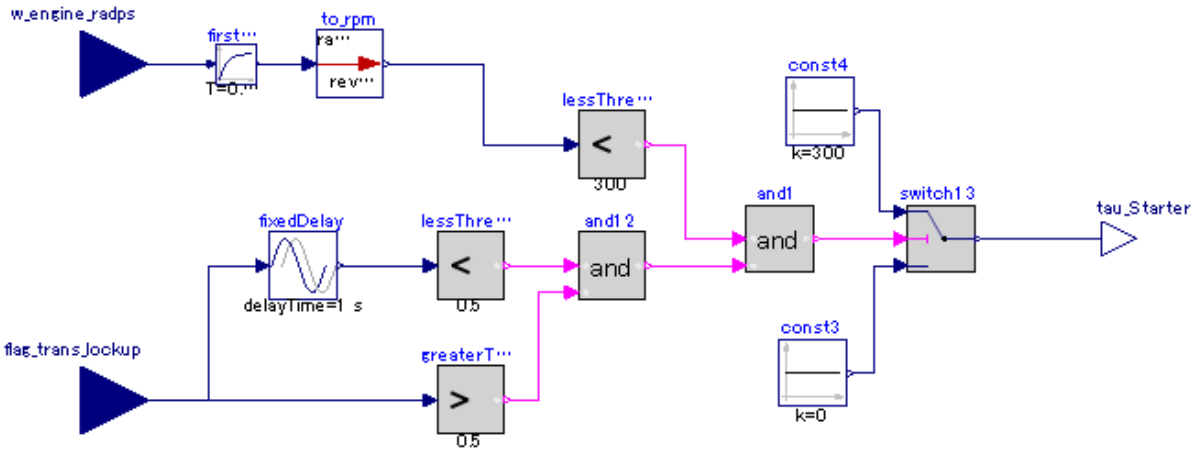

Fig.3.1.2.2.1 スターターモデルのダイアグラム

3.1.2.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
w_engine_radps	rad/s	―	トランスミッション入力回転
flag_trans_lockup	-	―	ロックアップフラグ
出力			
名称	単位	範囲	説明
tau_Starter	Nm	―	スタータートルク

3.1.2.4 構成要素

構成するクラスは、Modelica 標準クラスのみ。

3.1.3. トランスミッションモデル (TransMission.Mechanics.TransMission)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、トランスミッションモデルの機能仕様を記述する。

3.1.3.1 概要

以下にトランスミッションモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・エンジントルク、ドライブシャフト回転に応じたエンジン回転、ドライブシャフトトルクを算出

② 熱系の機能

・各要素の損失に応じた発熱量を算出

3.1.3.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

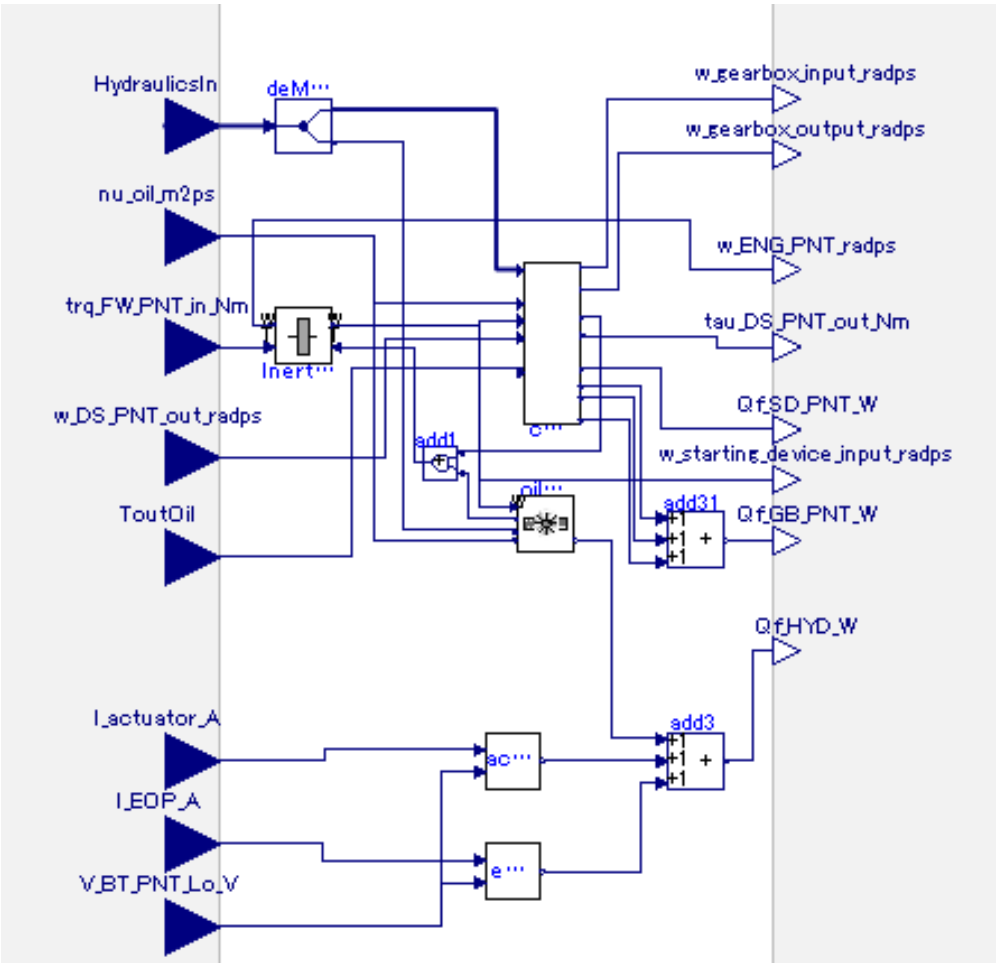

Fig.3.1.3.2.1 トランスミッションモデルのダイアグラム

3.1.3.3 スケルトン

以下に本システムのスケルトンを示す。

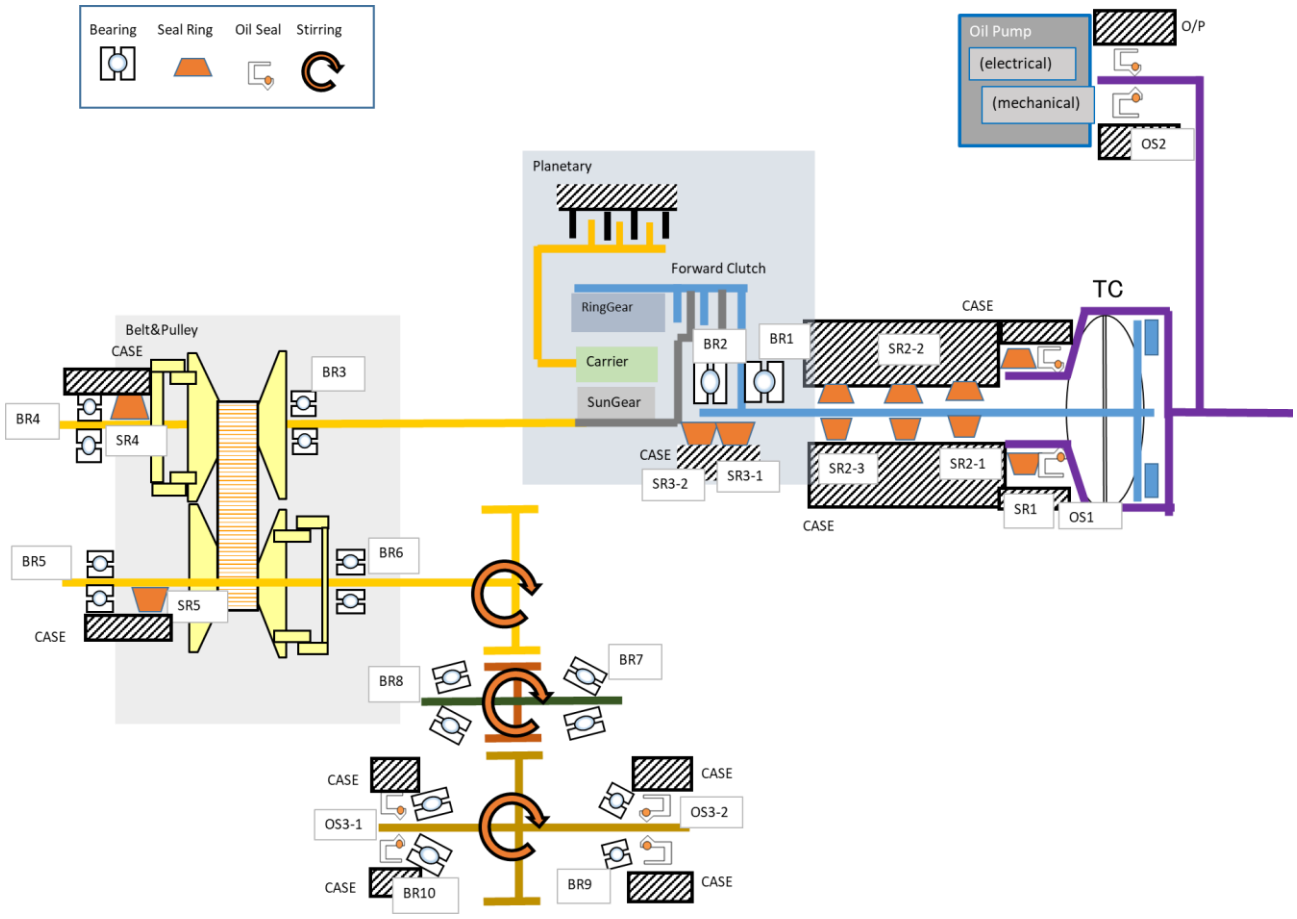

Fig.3.1.3.3.1 トランスミッションのスケルトン

3.1.3.4 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
HydraulicsIn	Pa	ー	油圧入力
nu_oil_m2ps	m2/s	ー	オイル動粘度
trq_FW_PNT_in_Nm	Nm	ー	フライホイール入力トルク
w_DS_PNT_out_radps	rad/s	ー	ドライブシャフト入力回転
ToutOil	K	ー	オイル温度
I_actuator_A	A	ー	電動アクチュエータ制御電流
I_EOP_A	A	ー	電動オイルポンプ電流
V_BT_PNT_Lo_V	V	ー	電動アクチュエータ供給電圧
出力			
名称	単位	範囲	説明
w_gearbox_input_radps	rad/s	ー	Gearbox input speed
w_gearbox_output_radps	rad/s	ー	Gearbox output speed
w_ENG_PNT_radps	rad/s	ー	エンジン回転
tau_DS_PNT_out_Nm	Nm	ー	ドライブシャフト出力トルク
Qf_SD_PNT_W	W	ー	発進デバイス熱流量
Qf_GB_PNT_W	W	ー	変速機構の熱流量
Qf_HYD_W	W	ー	オイルポンプ、電動オイルポンプ、電動アクチュエータの熱流量
w_starting_device_input_radps	rad/s	ー	変速機構入力回転

3.1.3.5 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
Flywheel	フライホイール	※1 2.8.2	フライホイールの慣性を算出
OilPump	オイルポンプ	※1 2.6.4	オイルポンプの駆動トルクを算出
Actuator_eLoss	電動アクチュエータ	※1 2.6.9	アクチュエータの損失を算出
EOP_eLoss	電動オイルポンプ	※1 2.6.10	電動オイルポンプの損失を算出
CVT_DS	変速機構	3.1.4	CVT 変速機構

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照

3.1.3.6 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
Jfw	0.29	kg･m2	フライホイールイナーシャ
Oil_Pump_Loss_Table_Filename	OP.txt	-	オイルポンプロス MAP ファイル
Oil_Viscosity_Breakpoint	4.1e-6, 6.0e-6, 9.7e-6, 18.0e-6, 39.4e-6	-	オイル動粘度
OilSeal_friction_filename	OS2.txt	-	オイルシール損失 MAP ファイル

3.1.4. CVT 変速機構モデル (TransMission.Mechanics.CVT_DS)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、CVT 変速機構モデルの機能仕様を記述する。

3.1.4.1 概要

以下に CVT 変速機構モデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・フライホイール回転、ドライブシャフト回転に応じたフライホイールトルク、ドライブシャフトトルクを算出

② 熱系の機能

・各要素の損失に応じた発熱量を算出

3.1.4.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

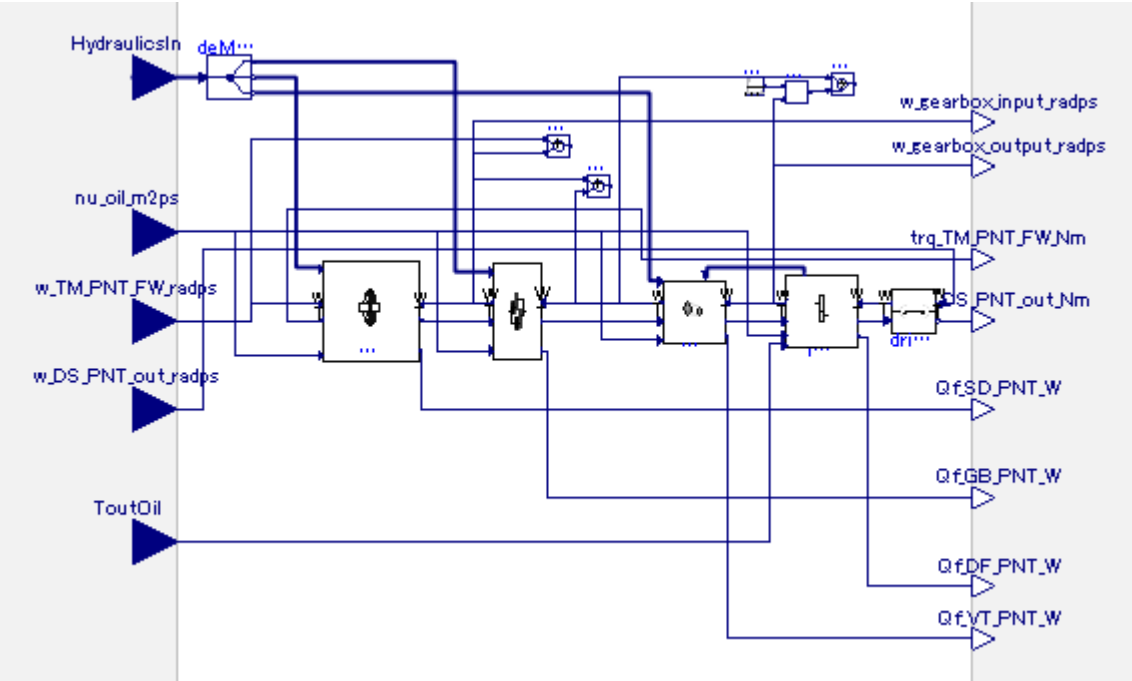

Fig.3.1.4.2.1 CVT 変速機構モデルのダイアグラム

3.1.4.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
HydraulicsIn	Pa	ー	油圧入力
nu_oil_m2ps	m2/s	ー	オイル動粘度
w_TM_PNT_FW_radps	rad/s	ー	フライホイール入力回転
w_DS_PNT_out_radps	rad/s	ー	ドライブシャフト入力回転
ToutOil	K	ー	オイル温度
出力			
名称	単位	範囲	説明
w_gearbox_input_radps	rad/s	ー	Gearbox input speed
w_gearbox_output_radps	rad/s	ー	Gearbox output speed
trq_TM_PNT_FW_Nm	Nm	ー	CVT 側からのトルク
tau_DS_PNT_out_Nm	Nm	ー	ドライブシャフト出力トルク
Qf_SD_PNT_W	W	ー	発進デバイス熱流量
Qf_GB_PNT_W	W	ー	変速機構の熱流量
Qf_DF_PNT_W	W	ー	デファレンシャルギヤ熱流量
Qf_VT_PNT_W	W	ー	バリエーターの熱流量

3.1.4.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
TorqueConverter	発進デバイス	3.1.5	トルク増幅、回転の接続、切断
SelectGear	セレクトギヤ	3.1.6	回転の接続、切断、逆転
Variator	バリエーター	3.1.10	変速比に応じた伝達トルクや回転数を算出
FinalGear	終減速機	3.1.15	ギヤ比に応じた伝達トルクや回転数を算出
DriveShaft	ドライブシャフト	※1 3.1.4	イナーシャ、バネ、ダンパを算出

※1　動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠モデル解説書参照

3.1.4.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
StartDeviceFileName	TorqueConverter.txt	kg･m2	発進デバイス MAP ファイル
CapacityCoefficientTabName	CapacityCoefficient	-	容量係数テーブル
TorqueRatioTabName	TorqueRatio	-	トルク比テーブル
TorqueEfficientTabName	TorqueEfficient	-	効率テーブル
J_in（発進デバイス）	0.08	kg･m2	発進デバイス in 側イナーシャ
J_out（発進デバイス）	0.08	kg･m2	発進デバイス out 側イナーシャ
Shaft_c	1e5	Nm/rad	TC バネ係数
Shaft_d	1e3	Nms/rad	TC ダンパ係数
LUdamper_c	1e3	Nm/rad	LU バネ係数
LUdamper_d	1e3	Nms/rad	LU ダンパ係数
J_rev	0.01	kg･m2	REV ギヤ側イナーシャ
J_fwd	0.01	kg･m2	FWD ギヤ側イナーシャ
J_in（セレクト）	0.01	kg･m2	セレクト in 側イナーシャ
J_out（セレクト）	0.01	kg･m2	セレクト out 側イナーシャ
ratio_fwd	5.354	-	FWD ギヤレシオ
Jds（バリエーター）	0.01	kg･m2	バリエーターイナーシャ
c（バリエーター）	1e4	Nm/rad	バリエーターバネ係数
d（バリエーター）	1e3	Nms/rad	バリエーターダンパ係数
Jmd	0.01	kg･m2	ファイナルギヤ in 側イナーシャ
Jdf	0.01	kg･m2	ファイナルギヤ out 側イナーシャ
ratio1	53 / 26	-	リダクションギヤ比
ratio2	55 / 22	-	ファイナルギヤ比
Jds（ドライブシャフト）	0.01	kg･m2	ドライブシャフトイナーシャ
c（ドライブシャフト）	1e4	Nm/rad	ドライブシャフトバネ係数
d（ドライブシャフト）	632.5	Nms/rad	ドライブシャフトダンパ係数

3.1.5. 発進デバイス (TransMission.Mechanics.TorqueConverter)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、発進デバイスモデルの機能仕様を記述する。

3.1.5.1 概要

以下に発進デバイスモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・締結状態に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・各要素の損失に応じた発熱量を算出

3.1.5.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

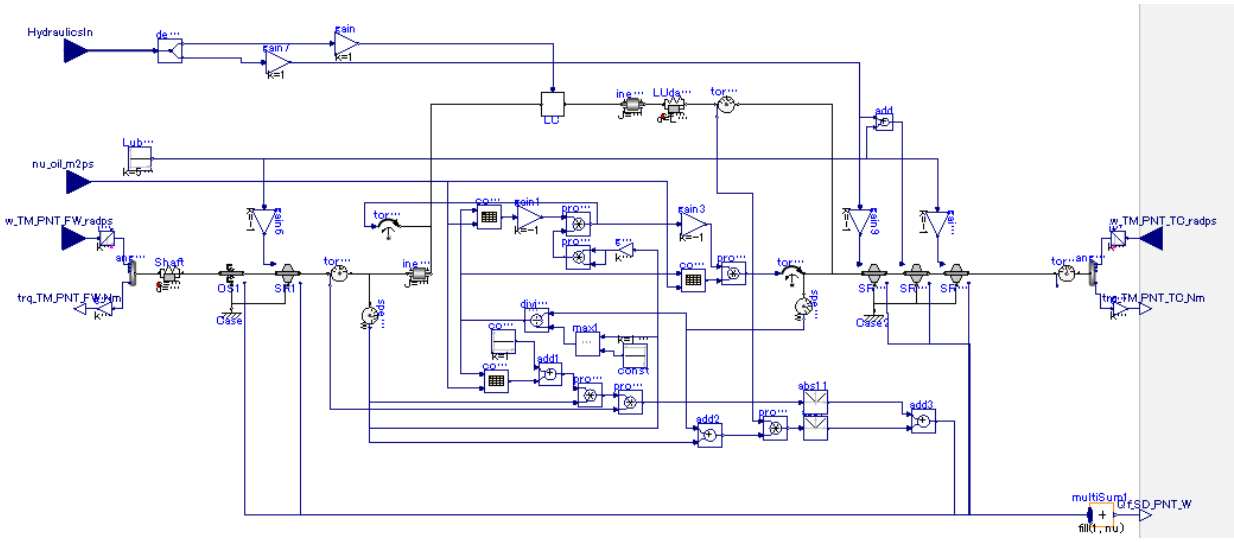

Fig.3.1.5.2.1 発進デバイスモデルのダイアグラム

3.1.5.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
HydraulicsIn	Pa	―	油圧入力
nu_oil_m2ps	m2/s	―	オイル動粘度
w_TM_PNT_FW_radps	rad/s	―	フライホイール入力回転
w_TC_PNT_out_radps	rad/s	―	発進デバイスへの入力回転
出力			
名称	単位	範囲	説明
trq_TM_PNT_FW_Nm	Nm	―	CVT 側からのトルク
trq_TM_PNT_TC_Nm	Nm	―	発進デバイス出力トルク
Qf_SD_PNT_W	W	―	発進デバイス熱流量

3.1.5.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
OilSeal	オイルシール	※1 2.6.8	オイルシールの損失を算出
SealRing	シールリング	※1 2.6.5	シールリングの損失を算出
Clutch	クラッチ	※1 2.6.1	締結状態に応じた伝達トルクを算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照

3.1.5.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
fileName	StartDeviceFileName.txt	-	発進デバイス MAP ファイル
tableName（容量係数）	CapacityCoefficientTabName	Nm/rpm2	容量係数テーブル
tableName（効率）	TorqueEfficientTabName	-	効率テーブル
tableName（トルク比）	TorqueRatioTabName	-	トルク比テーブル

3.1.6. セレクトギヤ (TransMission.Mechanics.SelectGear)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、セレクトギヤモデルの機能仕様を記述する。

3.1.6.1 概要

以下にセレクトギヤモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・締結状態に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・セレクトギヤの損失に応じた発熱量を算出

3.1.6.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

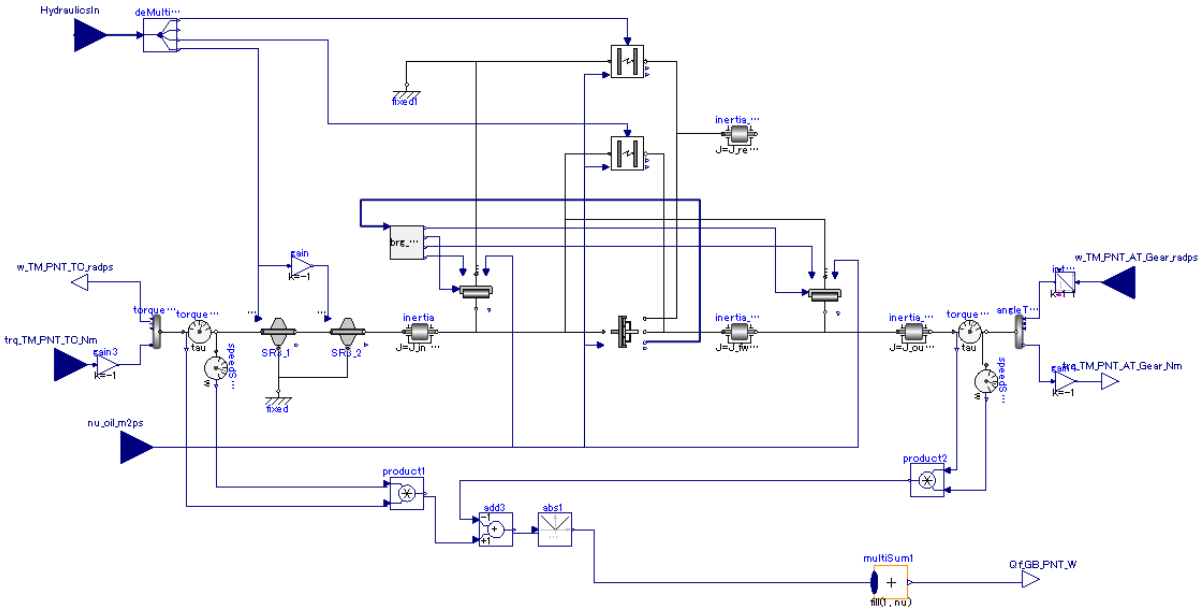

Fig.3.1.6.2.1 セレクトギヤモデルのダイアグラム

3.1.6.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
HydraulicsIn	Pa	―	油圧入力
nu_oil_m2ps	m2/s	―	オイル動粘度
trq_TM_PNT_TC_Nm	Nm	―	トルコンからの入力トルク
w_TM_PNT_AT_Gear_radps	rad/s	―	変速機構からの入力回転
出力			
名称	単位	範囲	説明
w_TC_PNT_out_radps	rad/s	―	トルコンへの出力回転
trq_TM_PNT_AT_Gear_Nm	Nm	―	セレクトギヤ出力トルク
Qf_GB_PNT_W	W	―	セレクトギヤの熱流量

3.1.6.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
ClutchWtLoss	クラッチ	3.1.7	クラッチ損失を算出
Brg_Load_Distribution_BR1_2	荷重配分計算ブロック	3.1.8	各軸受荷重配分を算出
PlanetaryGear_wLoss	プラネタリギヤ	3.1.9	プラネタリギヤの損失を算出
BRG_ThrustNeedle	転がり軸受	※1 2.6.7.3	転がり軸受の損失を算出
SealRing	シールリング	※1 2.6.5	シールリングの損失を算出
Clutch	クラッチ	※1 2.6.1	締結状態に応じた伝達トルクを算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照。

3.1.6.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
J（リバース）	J_rev	kg･m2	リバースイナーシャ
J（フォワード）	J_fwd	kg･m2	フォワードイナーシャ
J（セレクト out）	J_out	kg･m2	セレクト out イナーシャ
J（セレクト in）	J_in	kg･m2	セレクト in イナーシャ
BRG_Friction_Filename(BR1)	BR1.txt	-	ベアリング 1 損失ファイル
BRG_Friction_Filename (BR2)	BR2.txt	-	ベアリング 2 損失ファイル
SealRing_friction_filename(SR3_1)	SR3_1.txt	-	シールリング 1 損失ファイル
SealRing_friction_filename(SR3_2)	SR3_2.txt	-	シールリング 2 損失ファイル
Gear_Friction_FilenameR	Gpr.txt	-	リバースギヤ回転損失
Gear_K_FilenameR	GprK.txt	-	リバースギヤ荷重
Gear_Ratio	86	-	ギヤレシオ
Oil_Viscosity_Breakpoint	6.16e-06, 9.16e-06, 1.49e-05, 2.73e-05, 5.95e-0	-	オイル動粘度
LT_FileName(B1)	B1.txt	-	ブレーキ損失ファイル
Z_ax(B1)	6.16e-6, 9.16e-6, 1.489e-5, 2.733e-5, 5.949e-05	-	ブレーキ損失 Z 軸
LT_FileName(C1)	C1.txt	-	クラッチ損失ファイル
Z_ax(C1)	6.16e-6, 9.16e-6, 1.489e-5, 2.733e-5, 5.949e-05	-	クラッチ損失 Z 軸

3.1.7. クラッチ (TransMission.Mechanics.ClutchWtLoss)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、クラッチロスの機能仕様を記述する。

3.1.7.1 概要

以下にクラッチモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・締結状態に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・クラッチの損失に応じた発熱量を算出

3.1.7.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

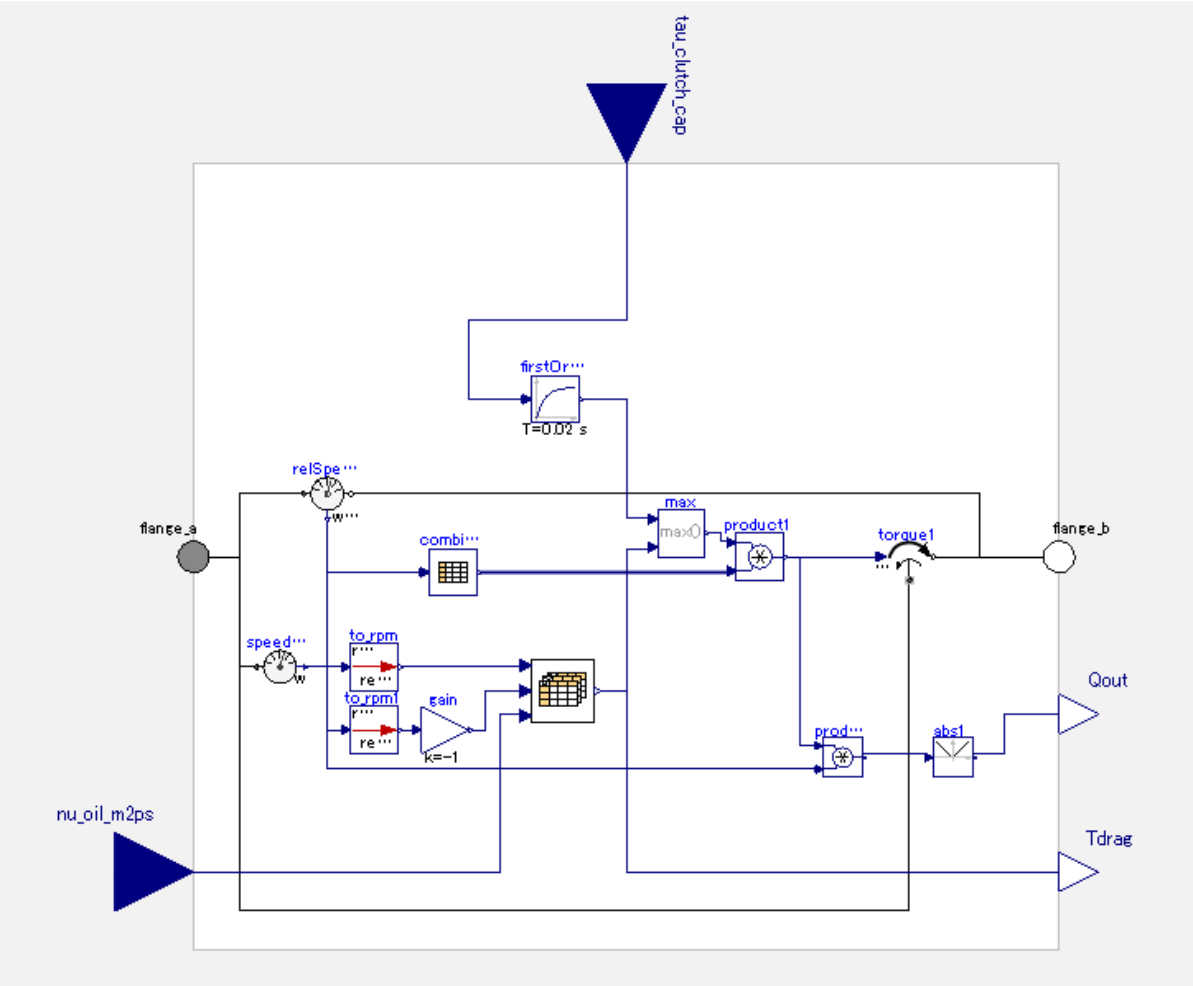

Fig.3.1.7.2.1 クラッチモデルのダイアグラム

3.1.7.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
tau_clutch_cap	Nm	ー	クラッチトルク容量
nu_oil_m2ps	m2/s	ー	オイル動粘度
出力			
名称	単位	範囲	説明
Qout	W	ー	クラッチ損失
Tdrag	Nm	ー	クラッチ引きずりトルク
回転ポート			
名称	単位	範囲	説明
flange_a	-	ー	回転接続ポート
flange_b	-	ー	回転接続ポート

3.1.7.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
CombiTable3D	3D テーブル	※1 2.7.1	3 次元入力に対し指定されたテーブルファイルから出力を算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照。

3.1.7.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
w_Threshold	0.2	rad/s	締結判定閾値
filename	LT_FileName	Nm	クラッチ引きずりトルク MAP ファイル
z_ax	Z_ax	-	クラッチ引きずりトルク MAP Z 軸

3.1.8. 荷重配分計算ブロック BR1_2 (TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR1_2)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、荷重配分計算ブロックの機能仕様を記述する。

3.1.8.1 概要

以下に荷重配分計算ブロックモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・各ギヤ分力から各軸受荷重配分を算出

3.1.8.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

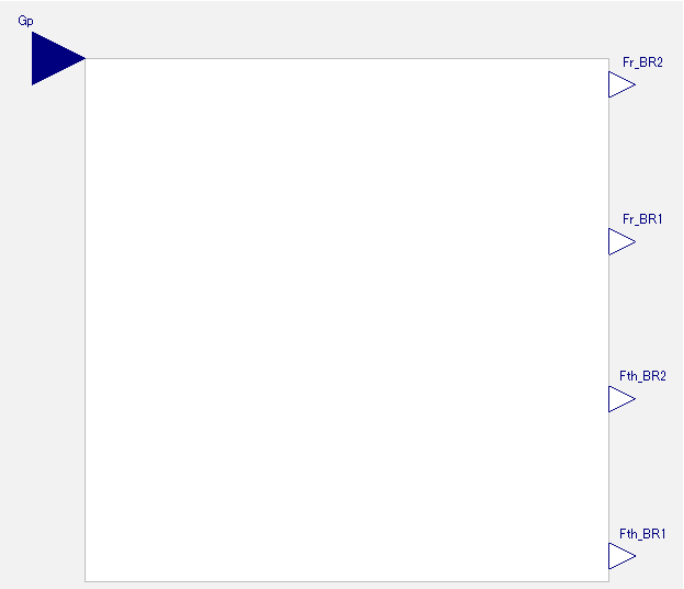

Fig.3.1.8.2.1 荷重配分計算ブロックモデルのダイアグラム

3.1.8.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
Gp	Nm	―	クラッチトルク容量
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fr_BR1	N	―	BR1 ラジアル荷重
Fr_BR2	N	―	BR2 ラジアル荷重
Fth_BR1	N		BR1 スラスト荷重
Fth_BR2	N		BR2 スラスト荷重

3.1.9. プラネタリギヤ (TransMission.Mechanics.Elements.PlanetaryGear_wLoss)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、プラネタリギヤの機能仕様を記述する。

3.1.9.1 概要

以下にプラネタリギヤモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・締結状態に応じた伝達トルク、回転を算出

② 熱系の機能
・プラネタリギヤの損失を算出

3.1.9.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

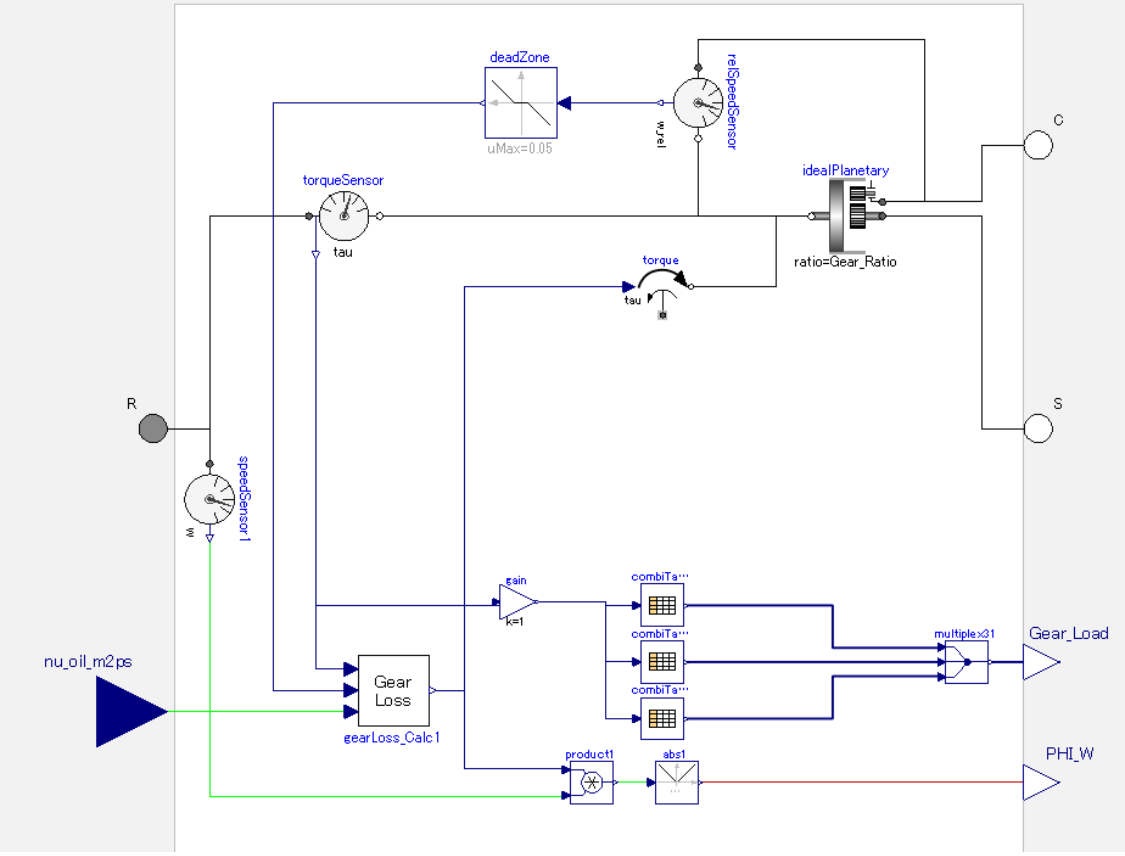

Fig.3.1.9.2.1 プラネタリギヤモデルのダイアグラム

3.1.9.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
nu_oil_m2ps	m2/s	ー	オイル動粘度
出力			
名称	単位	範囲	説明
PHI_W	W	ー	プラネタリギヤ損失
Gear_Load	N	ー	プラネタリギヤへの荷重
回転ポート			
名称	単位	範囲	説明
R	-	ー	リングギヤ接続ポート
c	-	ー	キャリア接続ポート
s	-	ー	サンギヤ接続ポート

3.1.9.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
GearLoss_Calc	ギヤ損失	※1 2.6.2.6	トルク・回転数・オイル動粘度によるギヤ損失算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照。

3.1.9.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
fileName	Gear_K_FilenameR	-	リバースギヤ荷重 MAP
tableName(タンジェンシャル荷重)	tab1	-	リバースギヤ　タンジェンシャル荷重
tableName(ラジアル荷重)	tab2	-	リバースギヤ　ラジアル荷重
tableName(アキシャル荷重)	tab3	-	リバースギヤ　アキシャル荷重
Gear_Friction_Filename	Gear_Friction_FilenameR	-	リバースギヤ回転損失
ratio	Gear_Ratio	-	リングギヤ歯数/サンギヤ歯数

3.1.10. バリエーター (TransMission.Mechanics.Variator)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、バリエーターモデルの機能仕様を記述する。

3.1.10.1 概要

以下にバリエーターモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・変速比に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・バリエーターの損失に応じた発熱量を算出

3.1.10.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

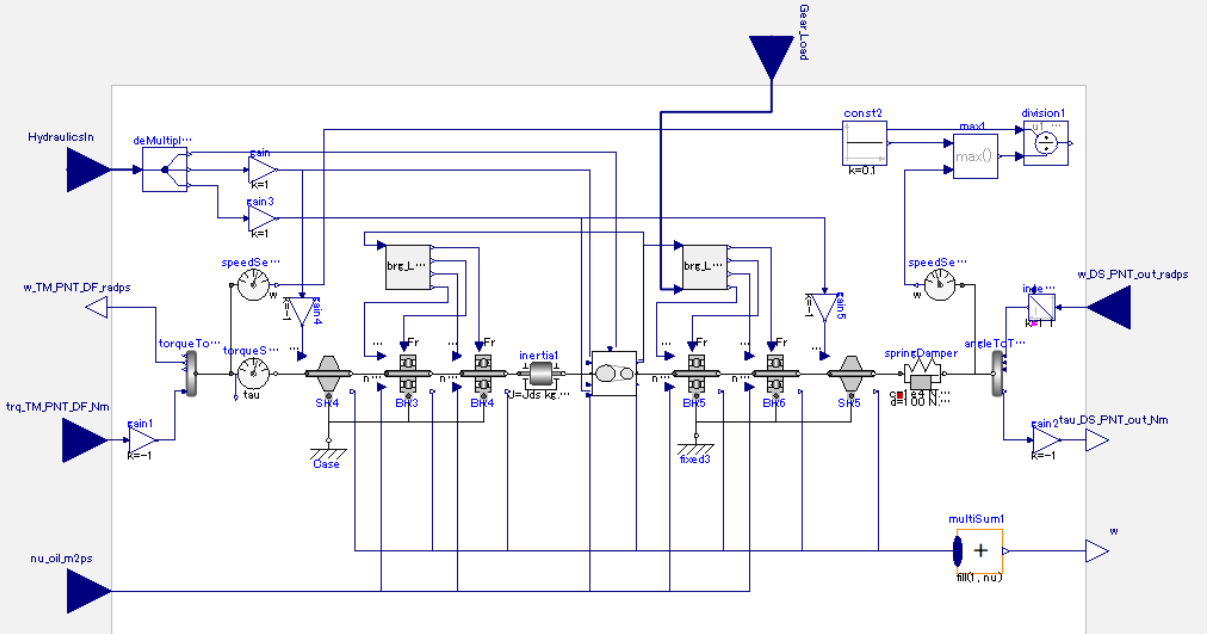

Fig.3.1.10.2.1 バリエーターモデルのダイアグラム

3.1.10.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
HydraulicsIn	Pa	―	油圧入力
nu_oil_m2ps	m2/s	―	オイル動粘度
trq_TM_PNT_DF_Nm	Nm	―	セレクトからの入力トルク
w_DS_PNT_out_radps	rad/s	―	ファイナルギヤからの入力回転
Gear_Load	N	―	バリエーターへの荷重
出力			
名称	単位	範囲	説明
w_TM_PNT_DF_radps	rad/s	―	セレクトへの出力回転
tau_DS_PNT_out_Nm	Nm	―	バリエーター出力トルク
w	W	―	バリエーターの熱流量

3.1.10.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
Brg_Load_Distribution_BR3_4	荷重配分計算ブロック	3.1.11	各軸受荷重配分を算出
Brg_Load_Distribution_BR5_6	荷重配分計算ブロック	3.1.12	各軸受荷重配分を算出
BRG_Angular	転がり軸受	※1 2.6.7.1	転がり軸受の損失を算出
SealRing	シールリング	※1 2.6.5	シールリングの損失を算出
BeltPully_wLoss	ベルト・プーリー	3.1.13	変速とベルト・プーリー損失を算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照。

3.1.10.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
alpha_T1(BR3_4)	0.31597	-	ラジアル荷重配分率 BR3_4
alpha_T1(BR5_6)	0.77807	-	ラジアル荷重配分率 BR5_6
alpha_Grd	-0.146665463	-	ラジアル荷重配分率 BR5_6
Jbeta_Grd	1	-	スラスト荷重の正負 BR5_6
gamma_Grd	0.169008764	-	ドリブン側ギヤ径とベアリングスパンの比 BR5_6
omega	1.611315565	-	BR5,6 で支持するシャフトと、隣接する 2 本のシャフトの成す角
BRG_Friction_Filename(BR3)	BR3.txt	-	ベアリング 3 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(BR4)	BR4.txt	-	ベアリング 4 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(BR5)	BR5.txt	-	ベアリング 5 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(BR6)	BR6.txt	-	ベアリング 6 損失ファイル
SealRing_friction_filename(SR4)	SR4.txt	-	シールリング 4 損失ファイル
SealRing_friction_filename(SR4)	SR5.txt	-	シールリング 5 損失ファイル
Ap	0.019522	m2	プライマリ受圧面積
betap	0.00277	pa・s2	遠心油圧による押力の係数
fname_Tloss_Pri	Variator_PriLossTorque.txt	Nm	プライマリロストルク
As	0.016335	m2	セカンダリ受圧面積
betas	0.00180491	pa・s2	遠心油圧による押力の係数
fname_Tloss_Sec	Variator_SecLossTorque.txt	Nm	セカンダリロストルクファイル

Oil_Viscosity_Breakpoint	6.16e-06, 9.16e-06, 1.49e-05, 2.73e-05, 5.95e-0	m2/s	オイル動粘度
fname_Fspg	Variator_SPG.txt	-	スプリング力ファイル
fname_Rp	Variator_Rp.txt	-	プライマリ巻きかけ半径ファイル
fname_QpFs	Variator_QpFs.txt	-	軸間力/セカンダリクランプ力

3.1.11. 荷重配分計算ブロック BR3_4 (TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR3_4)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、荷重配分計算ブロックの機能仕様を記述する。

3.1.11.1 概要

以下に荷重配分計算ブロックモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・各ギヤ分力から各軸受荷重配分を算出

3.1.11.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

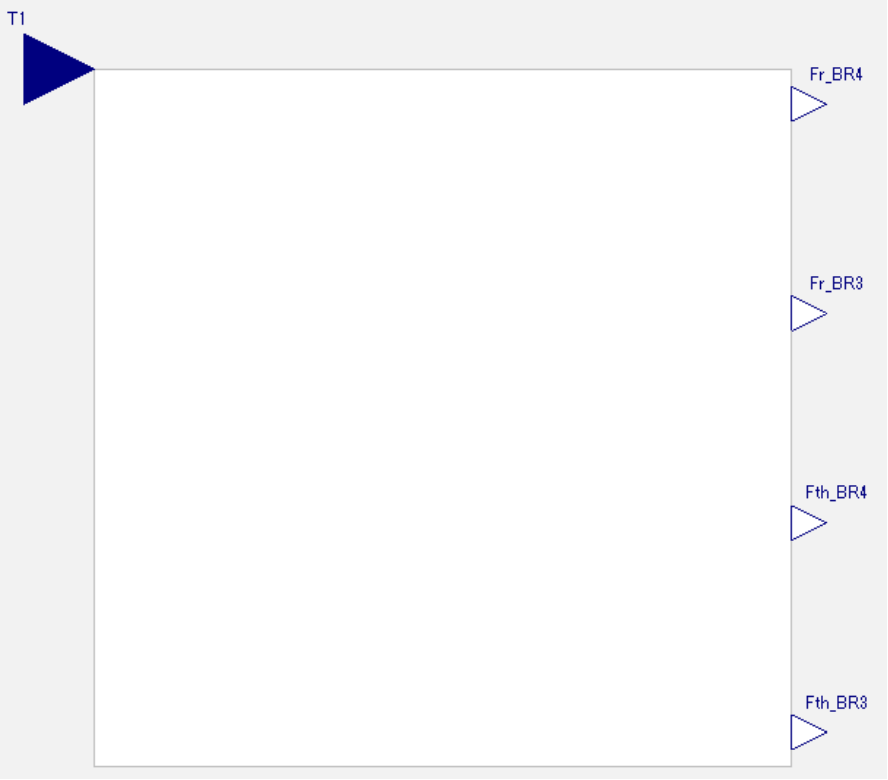

Fig.3.1.11.2.1 荷重配分計算ブロックモデルのダイアグラム

3.1.11.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
T1	―	―	ラジアル荷重配分率
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fr_BR3	N	―	BR3 ラジアル荷重
Fr_BR4	N	―	BR4 ラジアル荷重
Fth_BR3	N	―	BR3 スラスト荷重
Fth_BR4	N	―	BR4 スラスト荷重

3.1.12. 荷重配分計算ブロック BR5_6 (TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR5_6)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、荷重配分計算ブロックの機能仕様を記述する。

3.1.12.1 概要

以下に荷重配分計算ブロックモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・各ギヤ分力から各軸受荷重配分を算出

3.1.12.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

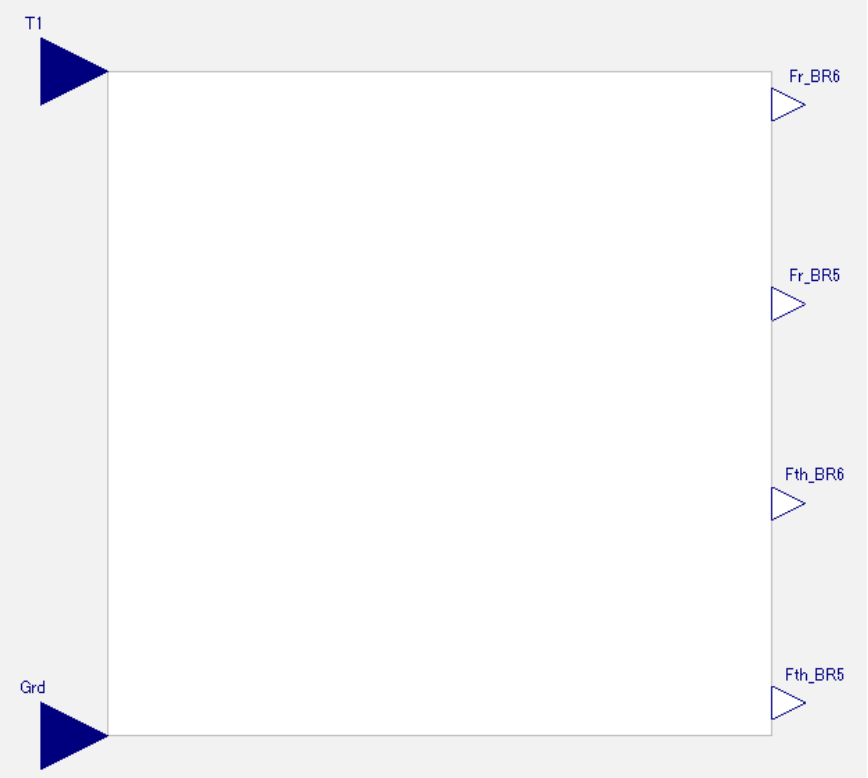

Fig.3.1.12.2.1 荷重配分計算ブロックモデルのダイアグラム

3.1.12.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
T1	―	―	ラジアル荷重配分率
Grd	―	―	バリエーターへの荷重
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fr_BR5	N	―	BR5 ラジアル荷重
Fr_BR6	N	―	BR6 ラジアル荷重
Fth_BR5	N	―	BR5 スラスト荷重
Fth_BR6	N	―	BR6 スラスト荷重

3.1.13. ベルト・プーリー (TransMission.Mechanics.BeltPully_wLoss)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、ベルト・プーリーモデルの機能仕様を記述する。

3.1.13.1 概要

以下にベルト・プーリーモデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・変速比に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・ベルト・プーリーの損失に応じた発熱量を算出

3.1.13.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

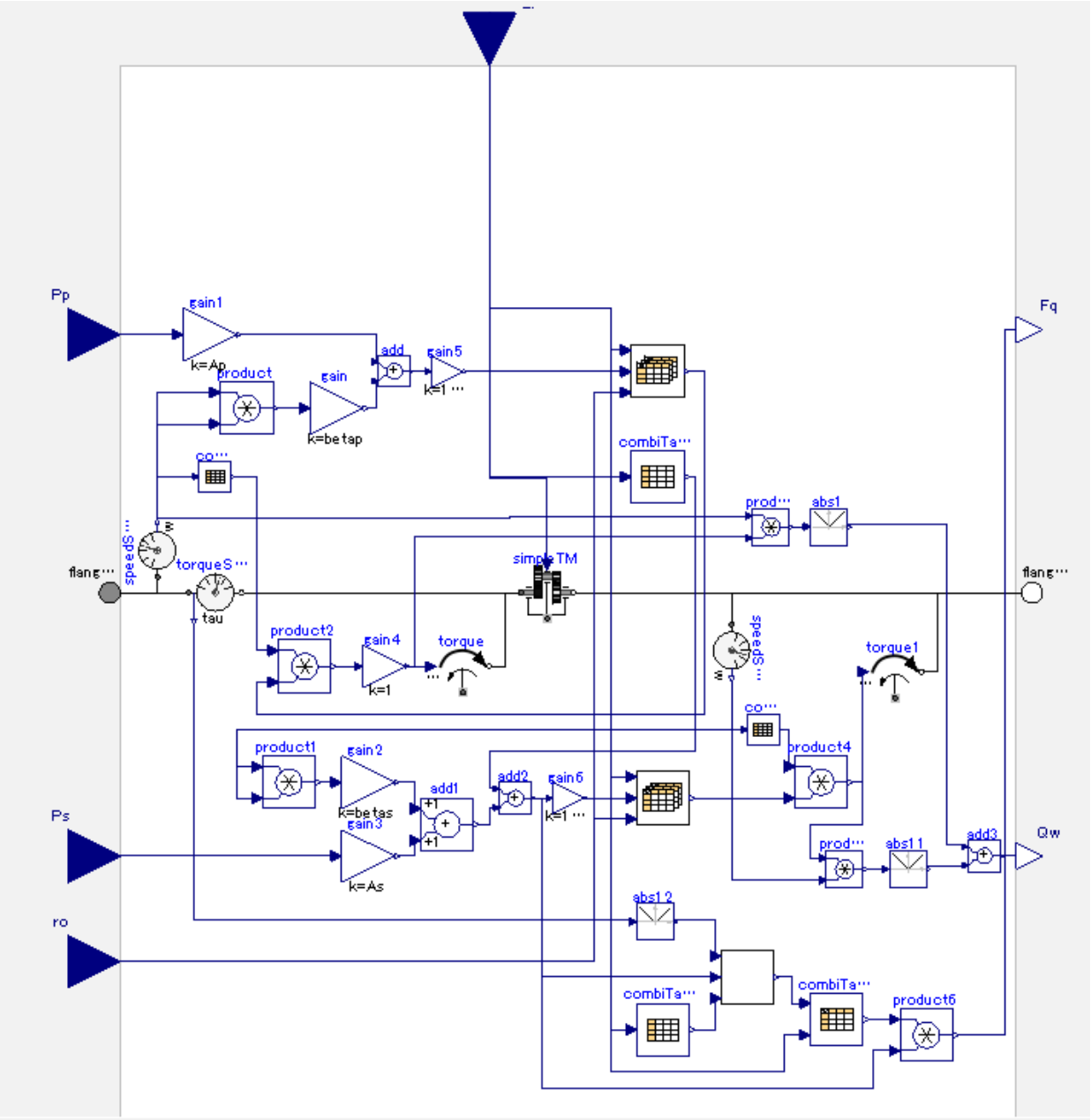

Fig.3.1.13.2.1 ベルト・プーリーモデルのダイアグラム

3.1.13.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
i	-	ー	レシオ
Pp	Pa	ー	プライマリ油圧
Ps	Pa	ー	セカンダリ油圧
ro	m2/s	ー	オイル動粘度
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fq	rad/s	ー	セレクトへの出力回転
Qw	Nm	ー	バリエーター出力トルク
回転ポート			
名称	単位	範囲	説明
flange_a	ー	ー	回転接続ポート
flange_b	ー	ー	回転接続ポート

3.1.13.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
VariatorSecTrqRatio	セカンダリトルク比算出	3.1.14	セカンダリトルク比を算出

3.1.13.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
filename(プライマリロストルク)	fname_Tloss_Pri	Nm	プライマリロストルク
z_ax(プライマリロストルク)	Oil_Viscosity_Breakpoint	m2/s	オイル動粘度
filename(セカンダリロストルク)	fname_Tloss_Sec	Nm	セカンダリロストルク
z_ax(セカンダリロストルク)	Oil_Viscosity_Breakpoint	m2/s	オイル動粘度
fileName(スプリング力)	fname_Fspg	-	スプリング力ファイル
tableName(スプリング力)	tab1	N	スプリング力 MAP
fileName(プライマリ巻きかけ半径)	fname_Rp		プライマリ巻きかけ半径ファイル
tableName(プライマリ巻きかけ半径)	tab1	m-	プライマリ巻きかけ半径 MAP
fileName(軸間力)	fname_QpFs	-	軸間力/セカンダリクランプ力ファイル
tableName(軸間力)	tab1	N-	軸間力/セカンダリクランプ力 MAP

3.1.14. セカンダリトルク比算出(TransMission.Mechanics.Calc.VariatorSecTrqRatio)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、セカンダリトルク比算出の機能仕様を記述する。

3.1.14.1 概要

以下にセカンダリトルク比算出モデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・セカンダリトルク比を算出する。

3.1.14.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

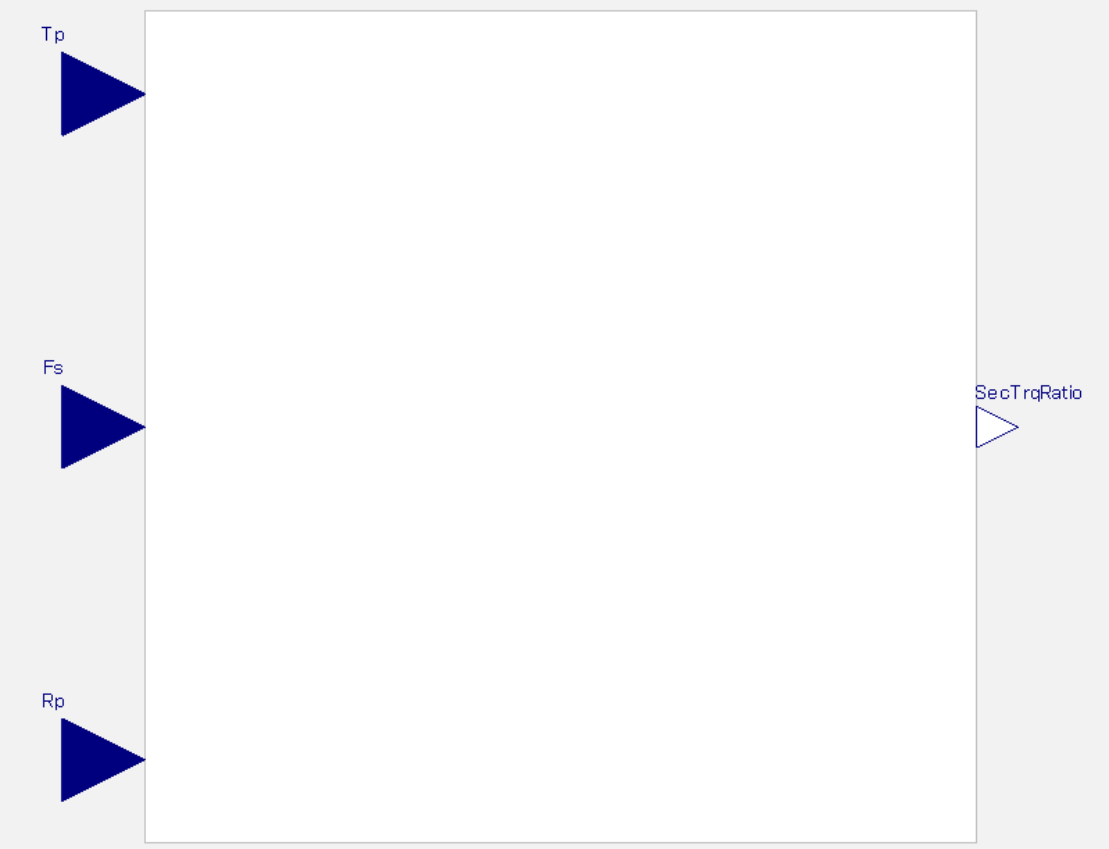

Fig.3.1.14.2.1 セカンダリトルク比算出モデルのダイアグラム

3.1.14.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
Tp	Nm	―	プライマリ入力トルク
Fs	N	―	セカンダリクランプ力
Rp	m	―	プライマリ巻きかけ半径
出力			
名称	単位	範囲	説明
SecTrqRatio	-	―	セカンダリトルク比

3.1.15. 終減速機 (TransMission.Mechanics.FinalGear)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、終減速機モデルの機能仕様を記述する。

3.1.15.1 概要

以下に終減速機モデルの機能を示す。

① 回転系の機能
・ギヤ比に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・各ギヤの損失に応じた発熱量を算出

3.1.15.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

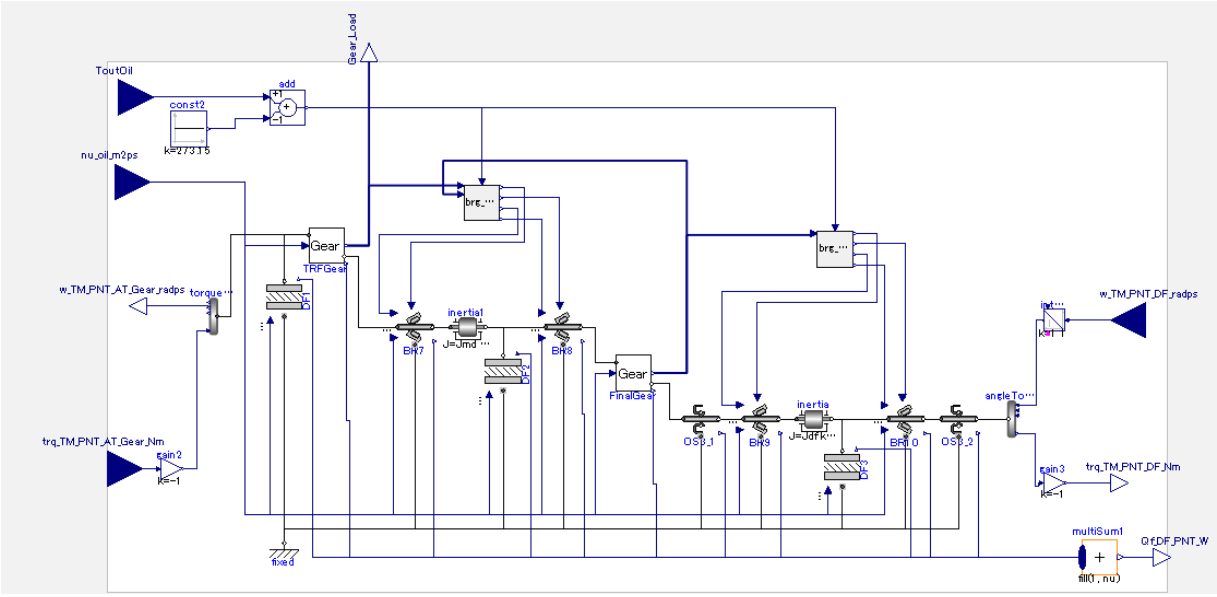

Fig.3.1.15.2.1 終減速機モデルのダイアグラム

3.1.15.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
ToutOil	K	―	オイル温度
nu_oil_m2ps	m2/s	―	オイル動粘度
trq_TM_PNT_AT_Gear_Nm	Nm	―	バリエーターからの入力トルク
w_TM_PNT_DF_radps	rad/s	―	ドライブシャフトからの入力回転
出力			
名称	単位	範囲	説明
w_TM_PNT_AT_Gear_radps	rad/s	―	バリエーターへの出力回転
Trq_TM_PNT_DF_Nm	Nm	―	ファイナルギヤ出力トルク
Gear_Load	N	―	ファイナルギヤへの荷重

3.1.15.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
Brg_Load_Distribution_BR7_8	荷重配分計算ブロック	3.1.16	各軸受荷重配分を算出
Brg_Load_Distribution_BR9_10	荷重配分計算ブロック	3.1.17	各軸受荷重配分を算出
Stirring2D	攪拌抵抗	※1 2.6.6	攪拌抵抗を算出
BRG_Taper	転がり軸受	※1 2.6.7.1	転がり軸受の損失を算出
OilSeal	オイルシール	※1 2.6.8	オイルシールの損失を算出
Gear_wLoss	ファイナルギヤ損失	3.1.18	ファイナルギヤ損失を算出

※1 動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書参照。

3.1.15.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
Y_BR7	1.32	-	BR7 アキシアル係数
Y_BR8	1.32	-	BR8 アキシアル係数
a_BR7	-36.128	-	BR7 プリロード算出用の定数
a_BR8	-36.128	-	BR8 プリロード算出用の定数
alpha_Gfn	0.645524859	-	ファイナルギヤラジアル荷重配分率
alpha_Grd	0.276142995	-	リダクションギヤラジアル荷重配分率
b_BR7	6285.9	-	BR7 プリロード算出用の定数
b_BR8	6285.9	-	BR8 プリロード算出用の定数
beta_Gfn(ファイナルギヤスラスト)	-1	-	ファイナルギヤスラスト荷重の正負
beta_Grd	-1	-	リダクションギヤスラスト荷重の正負
gamma_Gfn(ベアリングスパン)	0.428405421	-	ベアリングスパンの比
gamma_Grd(ベアリングスパン)	-0.762837312	-	ベアリングスパンの比
omega	2.331295594	-	支持するシャフトと、隣接する 2 本のシャフトの成す角
Y_BR9	1.58	-	BR9 アキシアル係数

Y_BR10	1.58	-	BR10 アキシアル係数
a_BR9	-46.584	-	BR9 プリロード算出用の定数
a_BR10	-46.584	-	BR10 プリロード算出用の定数
alpha_Gfn	0.953291981	-	ファイナルギヤラジアル荷重配分率
b_BR9	7165	-	BR9 プリロード算出用の定数
b_BR10	7165	-	BR10 プリロード算出用の定数
beta_Gfn(リダクションギヤ)	1	-	リダクションギヤスラスト荷重の正負
gamma_Gfn(リダクションギヤ)	-0.800708894	-	ベアリングスパンの比
Gear_Friction_Filename(TRFGear)	Grd.txt	-	リダクションギヤ回転損失ファイル
Gear_K_Filename(TRFGear)	GrdK.txt	-	リダクションギヤ荷重 MAP
Gear_Ratio(TRFGear)	ratio1	-	リダクションギヤ比
Oil_Viscosity_Breakpoint(TRFGear)	6.16e-06, 9.16e-06, 1.49e-05, 2.73e-05, 5.95e-05	m2/s	オイル動粘度
Gear_Friction_Filename(FinalGear)	Gfn.txt	-	リダクションギヤ回転損失ファイル
Gear_K_Filename(FinalGear)	GfnK.txt	-	ファイナルギヤ荷重 MAP
Gear_Ratio(FinalGear)	ratio2	-	ファイナルギヤ比
Oil_Viscosity_Breakpoint(FinalGear)	6.16e-06, 9.16e-06, 1.49e-05, 2.73e-05, 5.95e-05	m2/s	オイル動粘度
BRG_Friction_Filename(ベアリング 7)	BR7.txt	-	ベアリング 7 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(ベアリング 8)	BR8.txt	-	ベアリング 8 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(ベアリング 9)	BR9.txt	-	ベアリング 9 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(ベアリング 10)	BR10.txt	-	ベアリング 10 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(オイルシール 3_1)	OS3_1.txt	-	オイルシール 3_1 損失ファイル
BRG_Friction_Filename(オイルシール 3_2)	OS3_1.txt	-	オイルシール 3_2 損失ファイル

3.1.16. 荷重配分計算ブロック BR7_8 (TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR7_8)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、荷重配分計算ブロックの機能仕様を記述する。

3.1.16.1 概要

以下に荷重配分計算ブロックモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・各ギヤ分力から各軸受荷重配分を算出

3.1.16.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

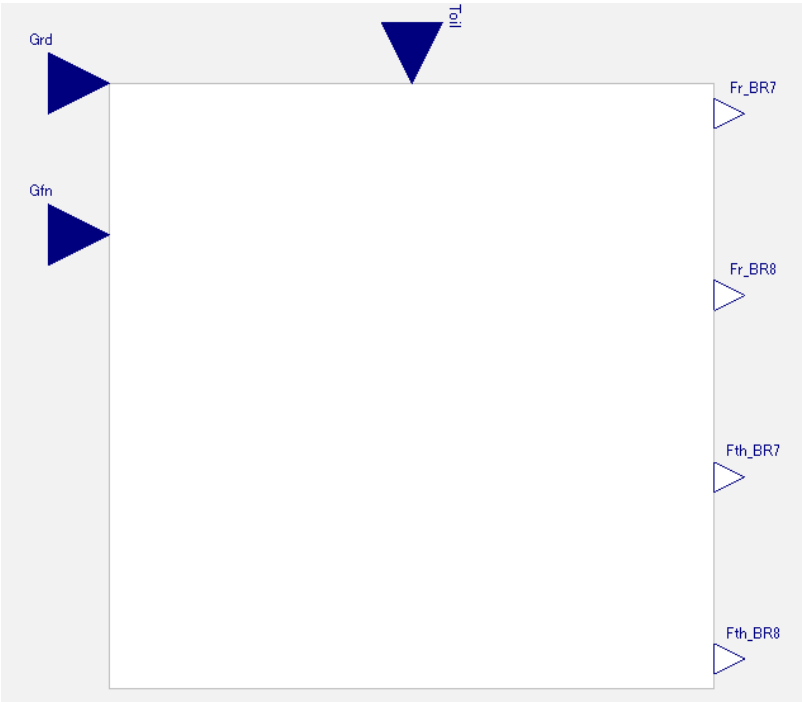

Fig.3.1.16.2.1 荷重配分計算ブロックモデルのダイアグラム

3.1.16.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
Toil	K	―	オイル温度
Grd	―	―	リダクションギヤ荷重
Gfn	―	―	ファイナルギヤ荷重
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fr_BR7	N	―	BR7 ラジアル荷重
Fr_BR8	N	―	BR8 ラジアル荷重
Fth_BR7	N	―	BR7 スラスト荷重
Fth_BR8	N	―	BR8 スラスト荷重

3.1.17. 荷重配分計算ブロック BR9_10 (TransMission.Mechanics.Calc.Brg_Load_Distribution_BR9_10)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、荷重配分計算ブロックの機能仕様を記述する。

3.1.17.1 概要

以下に荷重配分計算ブロックモデルの機能を示す。

① 回転系の機能

・各ギヤ分力から各軸受荷重配分を算出

3.1.17.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。内部は数式処理のため入出力ポートのみである。

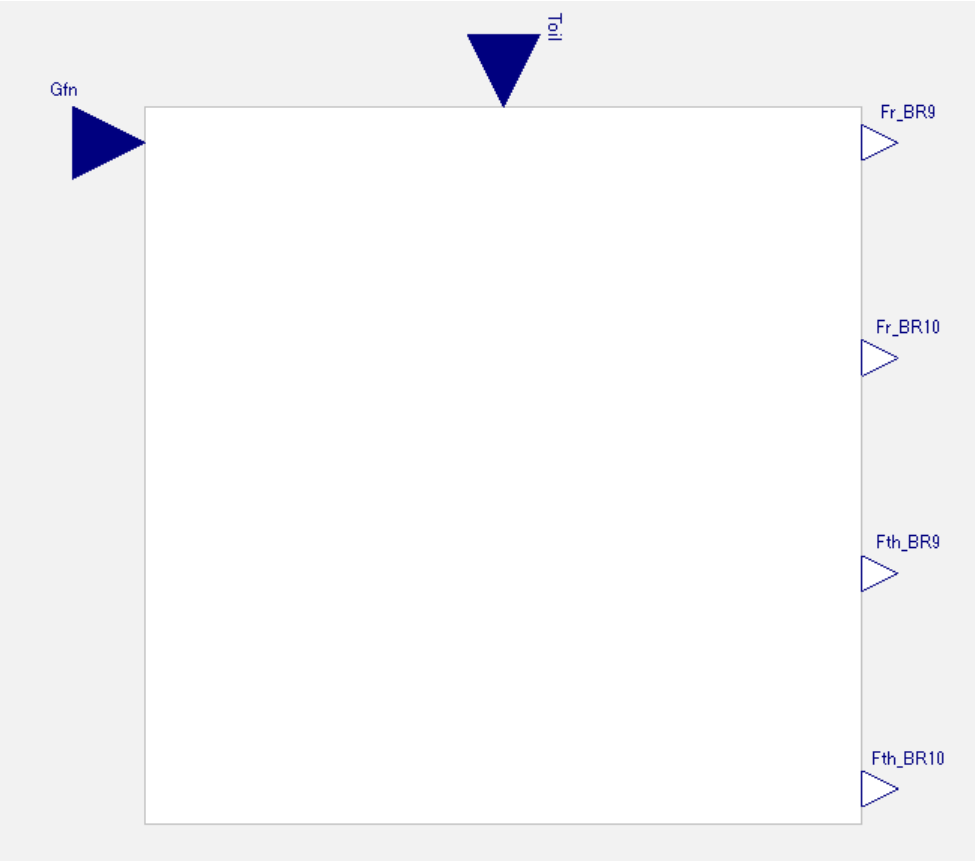

Fig.3.1.17.2.1 荷重配分計算ブロックモデルのダイアグラム

3.1.17.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
Toil	K	―	オイル温度
Gfn	―	―	ファイナルギヤ荷重
出力			
名称	単位	範囲	説明
Fr_BR9	N	―	BR9 ラジアル荷重
Fr_BR10	N	―	BR10 ラジアル荷重
Fth_BR9	N	―	BR9 スラスト荷重
Fth_BR10	N	―	BR10 スラスト荷重

3.1.18. ファイナルギヤ損失 (TransMission.Mechanics.Gear_wLoss)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、ファイナルギヤ損失の機能仕様を記述する。

3.1.18.1 概要

以下にファイナルギヤ損失の機能を示す。

① 回転系の機能
・ギヤ比に応じた伝達トルクを算出

② 熱系の機能
・ギヤの損失に応じた発熱量を算出

3.1.18.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

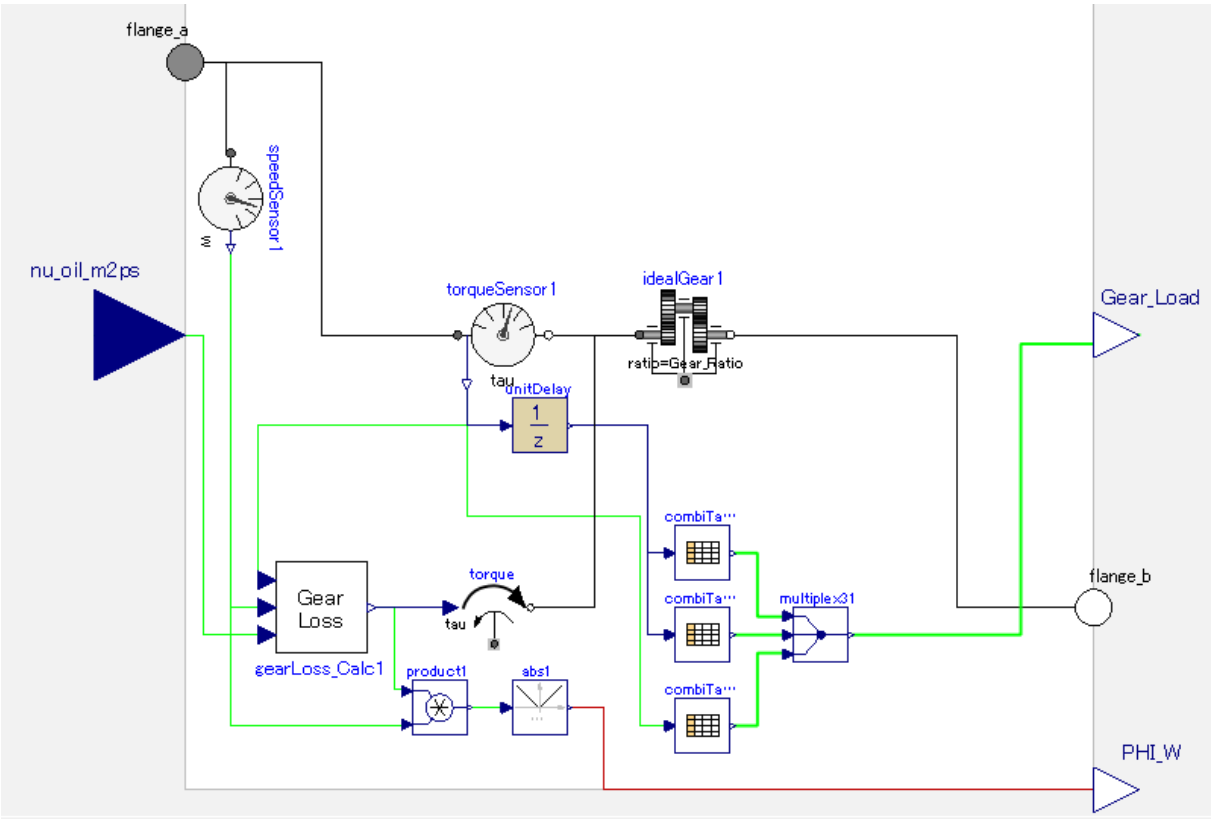

Fig.3.1.18.2.1 ファイナルギヤ損失モデルのダイアグラム

3.1.18.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
nu_oil_m2ps	m2/s	ー	オイル動粘度
出力			
名称	単位	範囲	説明
Gear_Load	N	ー	ファイナルギヤへの荷重
回転ポート			
名称	単位	範囲	説明
flange_a	ー	ー	回転接続ポート
flange_b	ー	ー	回転接続ポート

3.1.18.4 構成要素

以下に本システムを構成するクラスを以下に示す。各クラスの解説はクラス説明章を参照のこと。

構成クラス			
クラス名	部品名	説明章	機能
GearLoss_Calc	ギヤ損失	※1 2.6.2.6	トルク・回転数・オイル動粘度によるギヤ損失算出

3.1.18.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
fileName	Gear_K_Filename	-	ギヤ荷重 MAP ファイル
tableName(タンジェンシャル荷重)	tab1	-	ギヤ タンジェンシャル荷重
tableName(ラジアル荷重)	tab2	-	ギヤ ラジアル荷重
tableName(アキシャル荷重)	tab3	-	ギヤ アキシャル荷重
Gear_Friction_Filename	Gear_Friction_Filename	-	ギヤ回転損失ファイル
Oil_Viscosity_Breakpoint	Oil_Viscosity_Breakpoint	m2/s	オイル動粘度
ratio	Gear_Ratio	-	ギヤレシオ

3.1.19. タイヤ・走行抵抗(Vehicle.VEHICLE)

動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書 2.8.6 参照のこと。

3.2. 熱系モデル

TRAMI ガイドライン準拠モデル、CVT 第 3 階層モデルの熱系モデルの機能仕様を記述する。

.

3.2.1. 熱モデル全体機能仕様 (Thermal.thermai_circuits.thermal_common)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、熱モデル全体の機能仕様を記述する。
熱モデルは HEV・CVT 共通であり、詳細は動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠ハイブリッドトランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書(ver.1.0) 3.3 参照のこと。

3.2.1.1 概要

以下に本システムの概要を示す。

① 熱系の機能
・それぞれの機械損失、電気損失から温度を算出

② 熱制御系の機能
・それぞれの温度状態に応じた制御

3.2.1.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

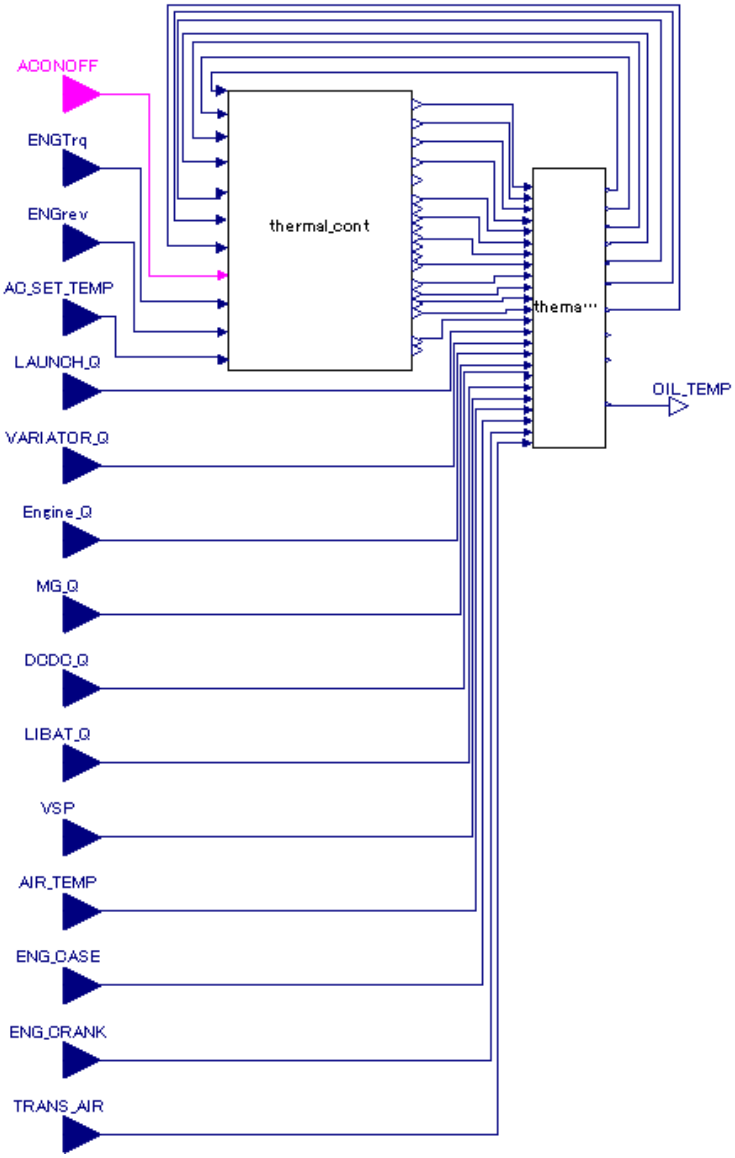

Fig.3.2.1.2.1 全体熱モデルのダイアグラム

3.2.1.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
ACONOFF	-	0 or 1	エアコンスイッチ
ENGTrq	Nm	ー	エンジントルク
ENGRev	rpm	ー	エンジン回転数
AC_SET_TEMP	K	ー	エアコン設定温度
LAUNCH_Q	W	ー	発進デバイス熱流量
VARIATOR_Q	W	ー	変速デバイス熱流量
Engine_Q	W	ー	エンジン熱流量
MG_Q	W	ー	モータ・ジェネレータ熱流量
DCDC_Q	W	ー	DCDC コンバーター熱流量
LIBAT_Q	W	ー	高圧バッテリ熱流量
VSP	km/h	ー	車速
AIR_TEMP	K	ー	外気温
ENG_CASE	K	ー	エンジンケース温度
ENG_CRANK	K	ー	エンジンクランクシャフト温度
TRANS_AIR	K	ー	トランスミッション外気温
出力			
名称	単位	範囲	説明
OIL_TEMP	K	ー	油温.

3.2.1.4 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
ENGINE_C	6000	J/K	エンジン熱容量
LAUNCH_C	4300	J/K	発進デバイス熱容量
VARIATOR_C	17000	J/K	変速デバイス熱容量
CASE_C	29000	J/K	ケース熱容量
MG_C	2000	J/K	モータ・ジェネレータ熱容量
OIL_C	9400	J/K	オイル熱容量
ATCOOLER_C	100	J/K	AT クーラー熱容量
PTC_C	10	J/K	PTC ヒーター熱容量
HVAC_C	1	J/K	HVAC 熱容量
CABIN_C	6000	J/K	車室熱容量
GLASS_C	30000	J/K	ガラス熱容量
DOOR_C	50000	J/K	ドア熱容量
RADIATOR_C	15	J/K	ラジエータ熱容量
CHARGEAIRCOOLER_C	15	J/K	チャージエアクーラー熱容量
TURBO_CHARGER_C	10	J/K	ターボチャージャー熱容量
LOW_RADIATOR_C	1	J/K	低温冷却ラジエータ熱容量
condenser_C	1	J/K	コンデンサ熱容量

EL_AC_C	5	J/K	電動エアコン熱容量
CHILLER_C	5	J/K	チラー熱容量
LIBATT_C	1000	J/K	高圧バッテリ熱容量
DCDC_C	500	J/K	DCDC コンバーター熱容量
BAT_RADIATOR_C	1	J/K	バッテリ冷却ラジエータ熱容量
LAUNCH_ENGINE_R	10000	K/W	発進デバイス、エンジン間熱抵抗
CASE_ENGINE_R	10000	K/W	ケース、エンジン間熱抵抗
CASE_LAUNCH_R	100	K/W	ケース、発進デバイス間熱抵抗
CASE_VAR_R	100	K/W	ケース、変速デバイス間熱抵抗
CASE_MG_R	10000	K/W	ケース、モータ・ジェネレータ間熱抵抗
CASE_AIR_R	10000	K/W	ケース、外気間熱抵抗
OIL_LAUNCH_R	0.0001	K/W	オイル、発進デバイス間熱抵抗
OIL_VAR_R	0.073	K/W	オイル、変速デバイス間熱抵抗
OIL_CASE_R	0.0044	K/W	オイル、ケース間熱抵抗
OIL_MG_R	10000	K/W	オイル、モータ・ジェネレータ間熱抵抗
AT_COOLER_OIL_R	10000	K/W	AT クーラー、オイル間熱抵抗
ENGINE1_WATER_R	0.01	K/W	エンジン 1、冷却水間熱抵抗
ENGINE2_WATER_R	0.01	K/W	エンジン 2、冷却水間熱抵抗
ATCOOLER_WATER_R	0.01	K/W	AT クーラー、冷却水間熱抵抗
PTC_WATER_R	0.01	K/W	PTC ヒーター、冷却水間熱抵抗
HVAC_WATER_R	0.01	K/W	HVAC、冷却水間熱抵抗
HVAC_CABIN_R	0.1	K/W	HVAC、車室間熱抵抗
GLASS_CABIN_R	10	K/W	ガラス、車室間熱抵抗
DOOR_CABIN_R	10	K/W	ドア、車室間熱抵抗
LOW_RADIATOR_R	0.01	K/W	低温冷却ラジエータ熱抵抗
BAT_RADIATOR_R	0.01	K/W	バッテリ冷却ラジエータ熱抵抗
MG_WATER_R	0.01	K/W	モータ・ジェネレータ、冷却水間熱抵抗
CHARGEAIRCOOLER_WATER_R	0.01	K/W	チャージエアクーラー、冷却水間熱抵抗
TURBO_WATER_R	0.01	K/W	ターボチャージャー、冷却水間熱抵抗
condenser_HVAC_R	0.1	K/W	コンデンサ、HVAC 間熱抵抗
condenser_HIGHRAD_R	0.01	K/W	コンデンサ、バッテリラジエータ間熱抵抗
AC_HVAC_R	0.1	K/W	エアコン、HVAC 間熱抵抗
AC_CHILLER_R	0.1	K/W	エアコン、チラー間熱抵抗
CHILLER_condenser_R	0.1	K/W	チラー、コンデンサ間熱抵抗
CHILLER_WATER_R	0.01	K/W	チラー、冷却水間熱抵抗

LIBATT_WATER_R	0.01	K/W	高圧バッテリ、冷却水間熱抵抗
DCDC_WATER_R	0.01	K/W	DCDC コンバーター、冷却水間熱抵抗
ENGINECASE_R	0.001	K/W	エンジンケース温度熱抵抗
ENGINESHAFT_LAUNCH_R	0.001	K/W	エンジンクランクシャフト温度熱抵抗

3.2.1.5 その他情報

この階層で、パラメータ設定ができます。またこのモデルは HEV と CVT 共通のモデルであるため、HEV もしくは CVT の切り替えのための設定が必要です。CVT 用の熱モデルに設定するには LAUNCH_ENGINE_R, CASE_ENGINE_R, CASE_MG_R, CASE_AIR_R を十分大きくする必要があります。

3.3. ドライバーモデル

動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠ハイブリッドトランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書(ver.1.0) 3.4 参照のこと。

3.4. 走行モード・環境条件モデル

動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠ハイブリッドトランスミッション第 3 階層プラントモデル解説書(ver.1.0) 3.5 参照のこと。

3.5. 制御モデル

TRAMI ガイドライン準拠モデル、CVT 第 3 階層モデルの制御モデルの機能仕様を記述する。
詳細については制御モデル解説書参照のこと。

3.5.1. VCU 機能仕様 (Vehicle_control_Unit.VEHICLE_CNT)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、VCU モデルの機能仕様を記述する。

3.5.1.1 概要

以下に本システムの概要を示す。

① 目標算出の機能

・車両状況をもとにエンジントルク要求を算出する。

3.5.1.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

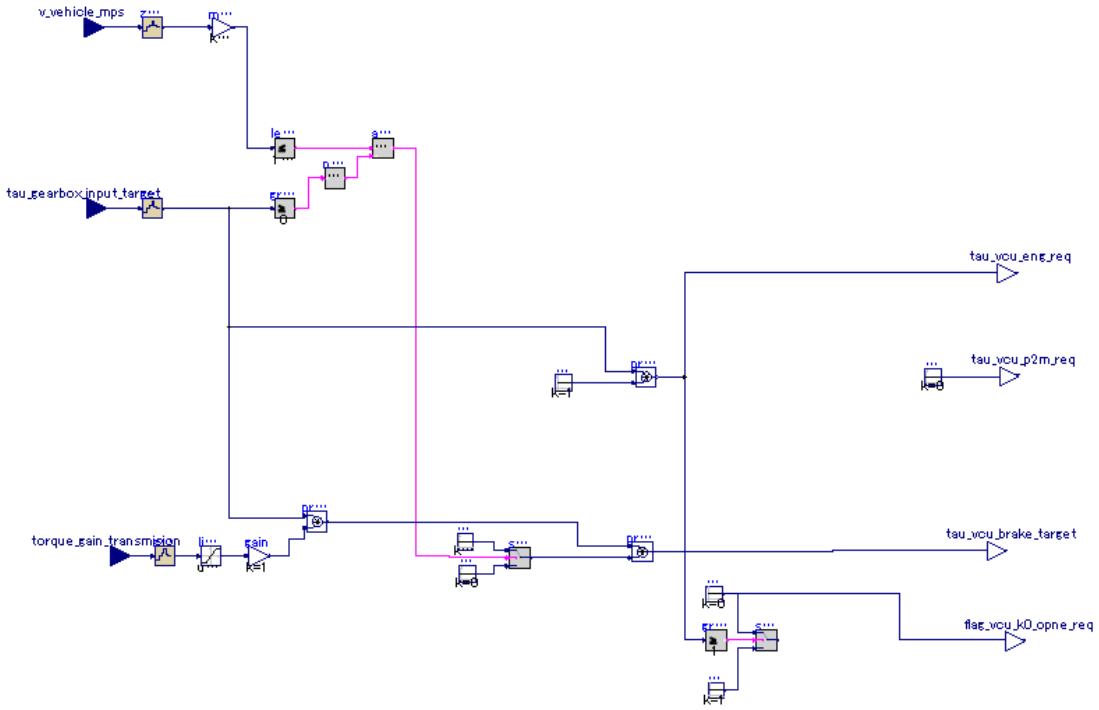

Fig.3.5.1.2.1 VCU モデルのダイアグラム

3.5.1.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
v_vehicle_mps	m/s	―	車速
tau_gearbox_input_target	Nm	―	変速機目標入力トルク
torque_gain_transmision	-	―	レシオ
出力			
名称	単位	範囲	説明
tau_eng_target	K	―	目標エンジントルク

3.5.1.4 構成要素

構成するクラスは、Modelica 標準クラスのみ。

3.5.2. ECU 機能仕様 (Vehicle.ECU)

TRAMI ガイドライン準拠モデル、ECU モデルの機能仕様を記述する。

3.5.2.1 概要

以下に本システムの概要を示す。

① 目標算出の機能

・要求トルク、車両状況をもとに目標のエンジントルクを算出する。

3.5.2.2 ダイアグラム

以下に本システムのダイアグラムを示す。

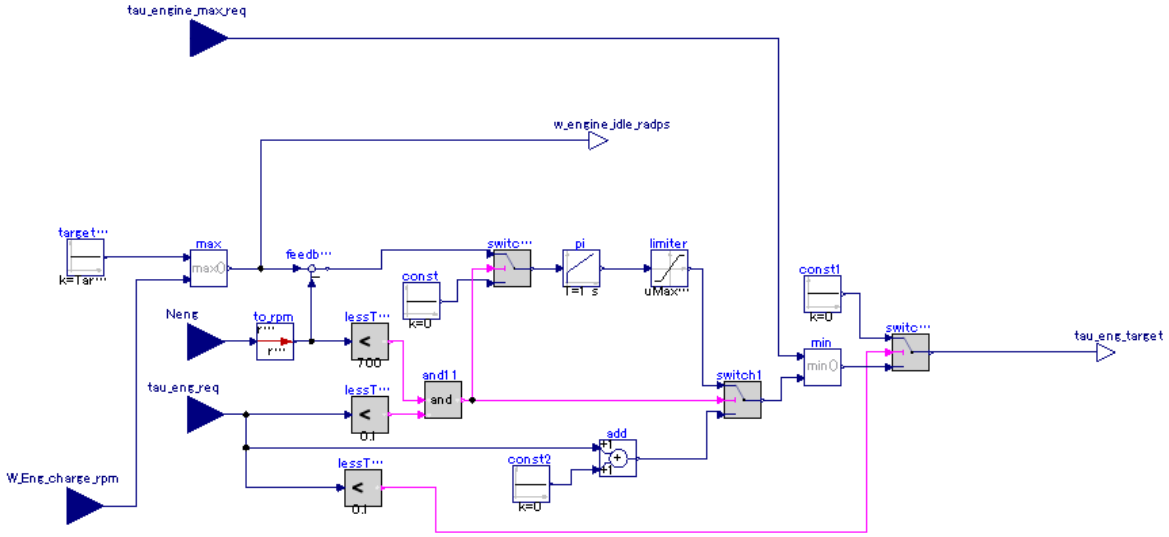

Fig.3.5.2.2.1 ECU モデルのダイアグラム

3.5.2.3 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
tau_engine_max_req	Nm	―	エンジン最大トルク
W_Eng_charge_rpm	rpm	―	スタティックチャージ回転
Neng	rad/s	―	エンジン回転
tau_eng_req	Nm	―	エンジン要求トルク
出力			
名称	単位	範囲	説明
tau_eng_target	Nm	―	目標エンジントルク

3.5.2.4 構成要素

構成するクラスは、Modelica 標準クラスのみ。

3.5.2.5 パラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定ファイル・値	単位	説明
Target_Idle_Speed	650	rpm	アイドル回転

3.5.3. TCU 機能仕様 (Control.TM_CNT)

C ソースで書かれているため、入出力仕様のみ示す。詳細は C 言語ソース解説書参照のこと。

3.5.3.1 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

入力			
名称	単位	範囲	説明
flag_initialize	―	0 or 1	イニシャライズ要求
w_starting_device_input_radps	rad/s	―	発進デバイス入力回転
w_gearbox_input_radps	rad/s	―	変速機構入力回転
w_gearbox_output_radps	rad/s	―	変速機構出力回転
w_synchoro_dif_radps	rad/s	―	各シンクロ差回転
t_trans_fluid_k	K	―	油温
t_engine_water_k	K	―	Eng 冷却水温
v_vehicle_mps	m/s	―	車速
tau_brake	Nm	―	ブレーキトルク
accel_position_per	%	[0 100]	アクセル開度
trans_shifter_position	―	[-1 1]	シフター位置
w_engine_radps	rad/s	―	エンジン回転
w_engine_idle_radps	rad/s	―	エンジンアイドル回転
tau_engine_target	Nm	―	エンジン目標トルク
tau_engine	Nm	―	エンジントルク出力値
tau_engine_min_pos	Nm	―	エンジン出力可能最小トルク
tau_engine_max_pos	Nm	―	エンジン出力可能最大トルク
tau_p2m_req	Nm	―	モータ・ジェネレータトルク要求値
flag_k0_clutch_open	―	0 or 1	ディスコネクトクラッチ開放要求
drive_mode	―	[0 2]	ドライブモード
出力			
名称	単位	範囲	説明
trans_gear	―	―	目標ギヤ段
trans_gear_ratio	―	―	目標ギヤ比
tau_clutch_cap	Nm	―	各クラッチのトルク容量
f_synchro_n	Nm	―	シンクロの操作力
tau_k0_clutch_cap	Nm	―	ディスコネクトクラッチトルク容量

tau_p2m_target	Nm	―	モータ・ジェネレータ目標トルク
p_line_pa	Pa	―	ライン圧
p_pulley_pri_pa	Pa	―	CVT プライマリプーリー圧
p_pulley_sec_pa	Pa	―	CVT セカンダリプーリー圧
i_actuator_ampere	A	―	アクチュエータ電流
i_eop_ampere	A	―	電動オイルポンプ電流
qv_cooler_trans_fluid_m3ps	m3/s	―	クーラーの ATF 流量
qv_cooler_eng_water_m3ps	m3/s	―	クーラーの冷却水流量
trans_torq_gain	―	―	トルク増幅率
flag_shift	―	0 or 1	シフトフラグ
tau_engine_max_req	Nm	―	エンジン出力可能最大要求トルク
tau_engine_min_req	Nm	―	エンジン出力可能最小要求トルク
w_engine_target_radps	rad/s	―	エンジン回転要求値
tau_trans_input	Nm	―	トランスミッション入力軸トルク
flag_trans_lock_up	―	0 or 1	ロックアップ判定

3.6. Modelica モデル共通仕様

3.6.1. 特性マップ・テーブル設定

以下に Modelica モデルにおける特性マップの設定について示す。

・特性マップは最初に「#1」を、その後データ型、テーブル名、データサイズ(Row, Column)、データマトリクスを記述する。

・データマトリクスの 1 列目 2 行目以降が入力 u1、1 行目 2 列目以降が入力 u2 の参照軸となる。

・データマトリクス内では線形補完を行う。

・入力値が参照軸の範囲を超える、または下回る場合、テーブル要素は最後の 2 点データを用いた線形外挿を行う。このため、外挿を行わせたくない場合は、データマトリクスの外側に外端データをコピーした一回り大きなデータマトリクスを作成する。

・データマトリクス列間の区切りにはタブを用いること。(,(コンマ)は使用できないツールがあるため)

・1 行 1 列目は任意の値とできる。ここでは 0(ゼロ)とする。

・最初の「#1」以外の#は以降から改行まではコメント文となる。

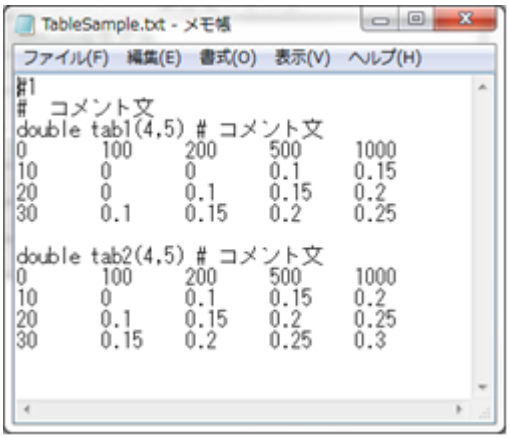

Fig.3.6.1.1　マップファイルの記述例

4. Simulink モデル

本モデルは Modelica で構築した第 3 階層 CVT プラントモデルから FMU を生成し、平成 30 年度公開の TRAMI ガイドライン準拠 Simulink モデルに組み込んだモデルである。また、制御モデルについては、変速機汎用制御モデルを組み込んでいる。

4.1. 動作・使用環境

モデルは下記環境および条件にて動作を保証する。

〈OS 環境〉

OS	Windows10 64bit
PC スペック	メモリ 8GB 以上

〈ツール環境〉

ツール名	MATLAB/Simulink®
ツールバージョン	2018b(64bit)

〈モデル計算条件〉

ソルバ	固定ステップ ode8(Dormand-Prince)
サンプリングタイム	1e-3 [s]

4.2. ファイル構成

以下に Simulink モデルのファイル構成を示す。

Simulink モデル最上位フォルダ	サブフォルダ	備考
TRAMI_L3_CVT_Simulink_public	TRAMI_L3_CVT_Simulink_public.slx	Simulink モデル
	init_setting_TRAMI.m	初期設定用スクリプト
	FMU	FMU 格納フォルダ
	param	パラメータ格納用フォルダ
	picture	画像データ格納フォルダ

Fig.4.2.1　Simulink モデルファイル構成

4.3. モデル構造

平成 30 年度公開 TRAMI ガイドライン準拠 Simulink モデル「TM_CNT」、「TM_PNT」、「TM_thermal」を、それぞれ変速機汎用制御モデル、第 3 階層 CVT プラント FMU モデル、第 3 階層 Thermal プラント FMU モデルと組み替えている。組み替え部以外の経産省ガイドライン準拠モデルからの変更点は平成 30 年度公開の「動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠モデル解説書」、「5.4.TM 関連以外のモデルの改造」を参照のこと。
各コンポーネントの FMU 化においては SimulationX を用いており、詳細については SimulationX のマニュアルを参照の事。

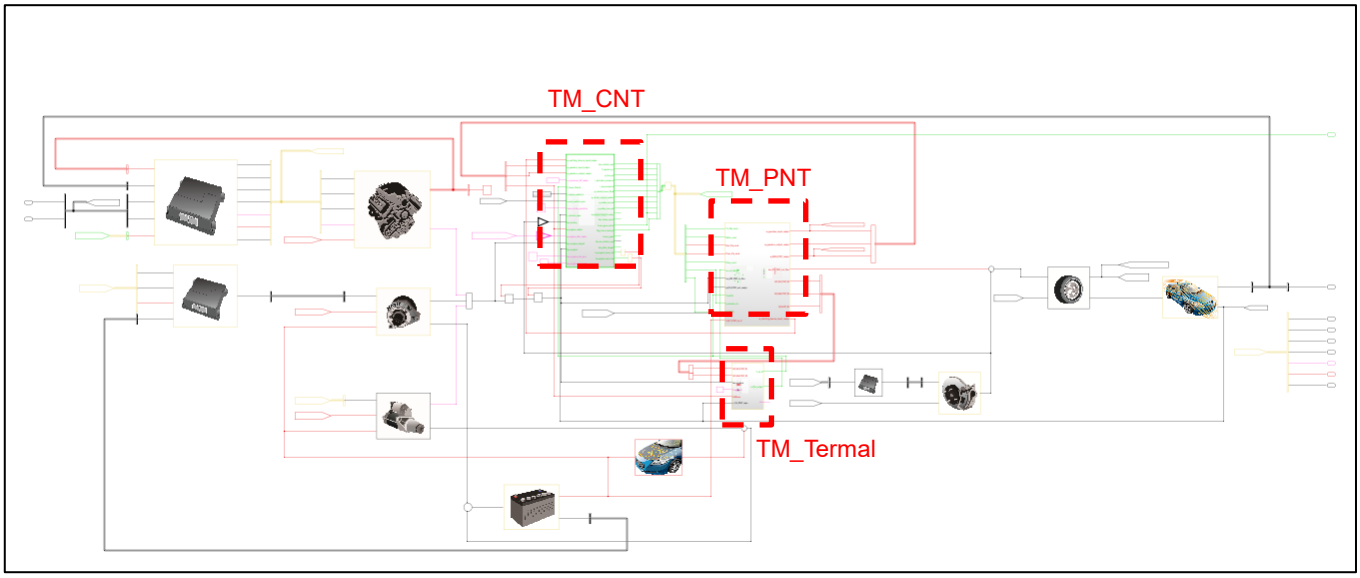

Fig.4.3.1　Simulink モデル構造

4.4. 使用方法

4.4.1. シミュレーション実行

4.4.1.1 MATLAB の起動・初期設定

MATLAB2018b を起動後、init_setting_TRAMI.m を実行し、パスの設定・諸元設定・シミュレーションモデルの立ち上げを行う。

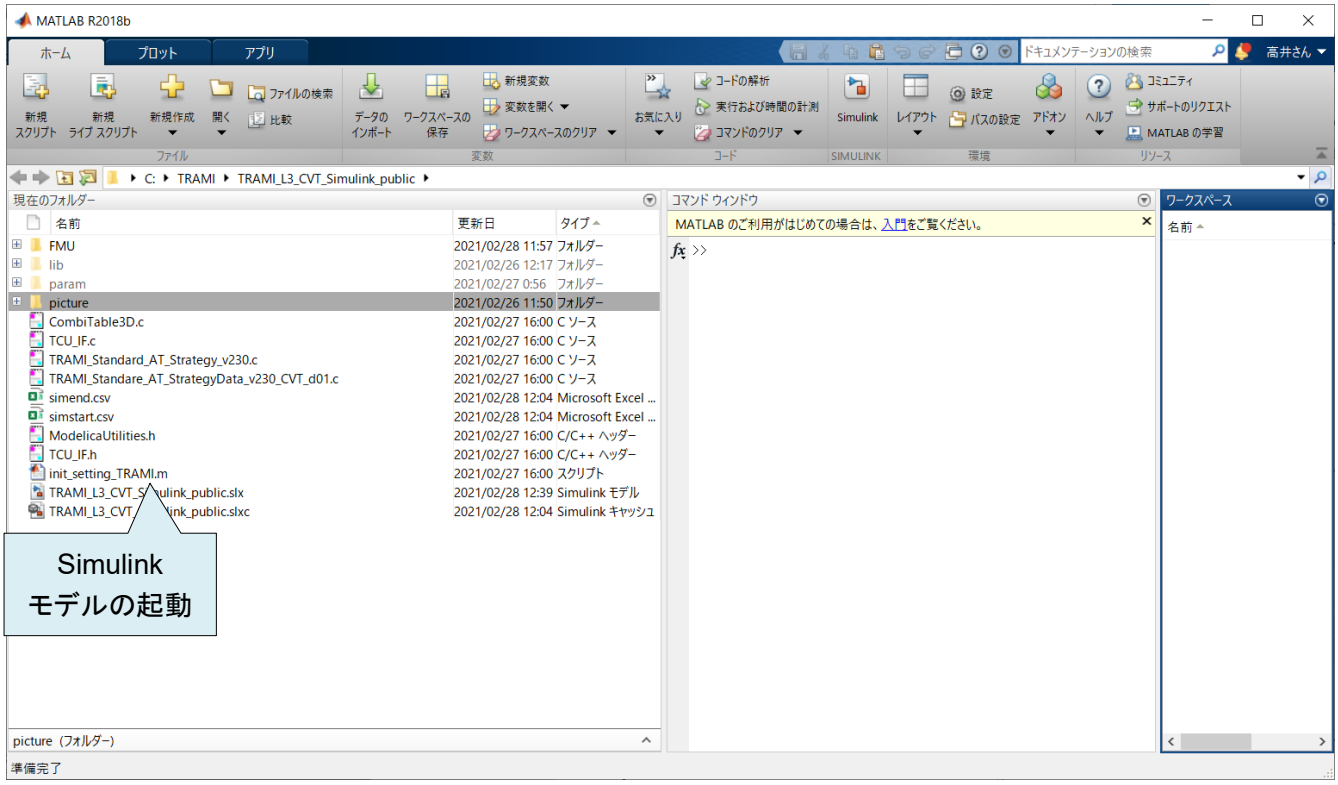

Fig.4.4.1.1.1 Simulink モデルの立ち上げ

4.4.1.2 シミュレーションの開始

シミュレーションの実行ボタンを押しシミュレーションを開始する。

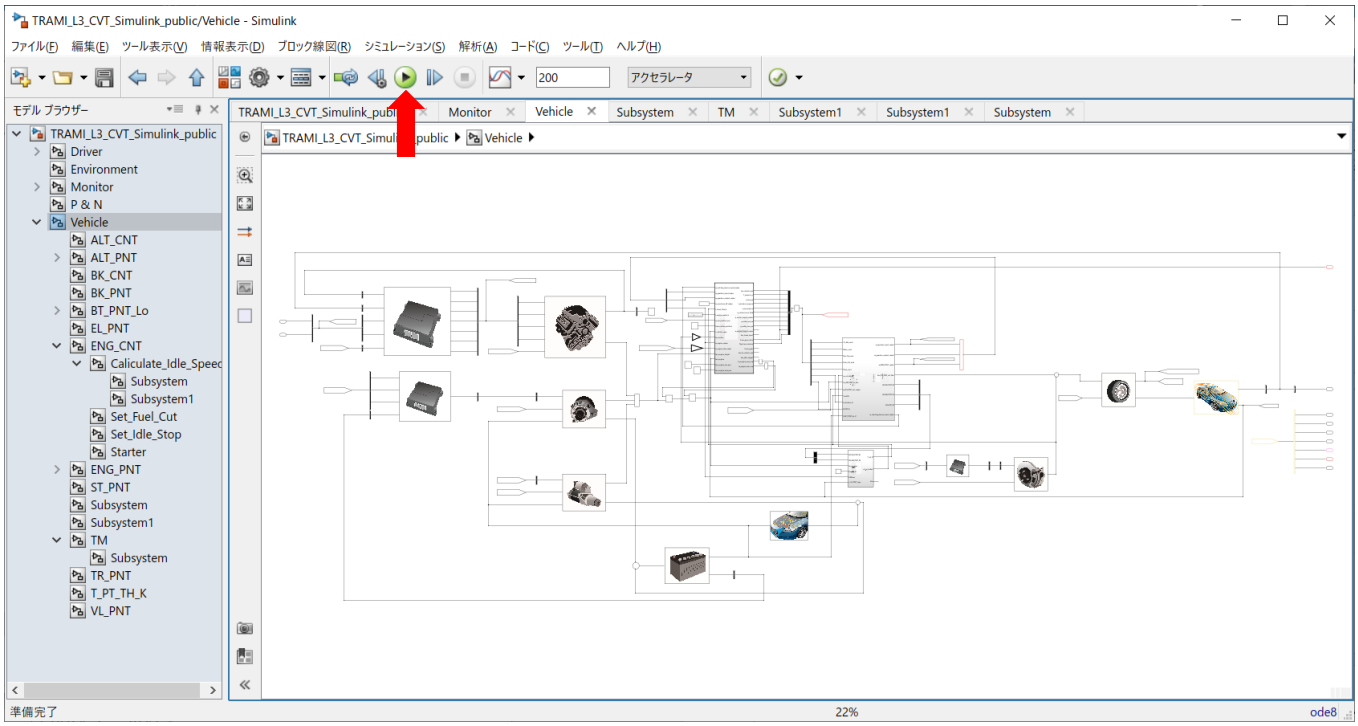

Fig.4.4.1.2.1 Simulink モデルの実行

4.5. シミュレーション結果

以下に WLTC1800 秒のシミュレーション結果の波形を示す。上部の波形がトランスミッションのギヤレシオ、下部の波形が走行速度(km/h)を表している。目標値（黄色）と実行結果(青色)を示し、その差が若干認められる。これは、METI モデルの車両諸元、エンジン特性等と、TM_CNT パラメータ、TM_PNT パラメータの不一致による事と考えられる。このため、HydraulicsSimpleSystem_IF サブシステムと BK_CNT サブシステムにおいて油圧の調整を行っている。
シミュレーションに要した時間は 2GHz の CPU と 16M バイトのメモリの PC で約 800 秒である。

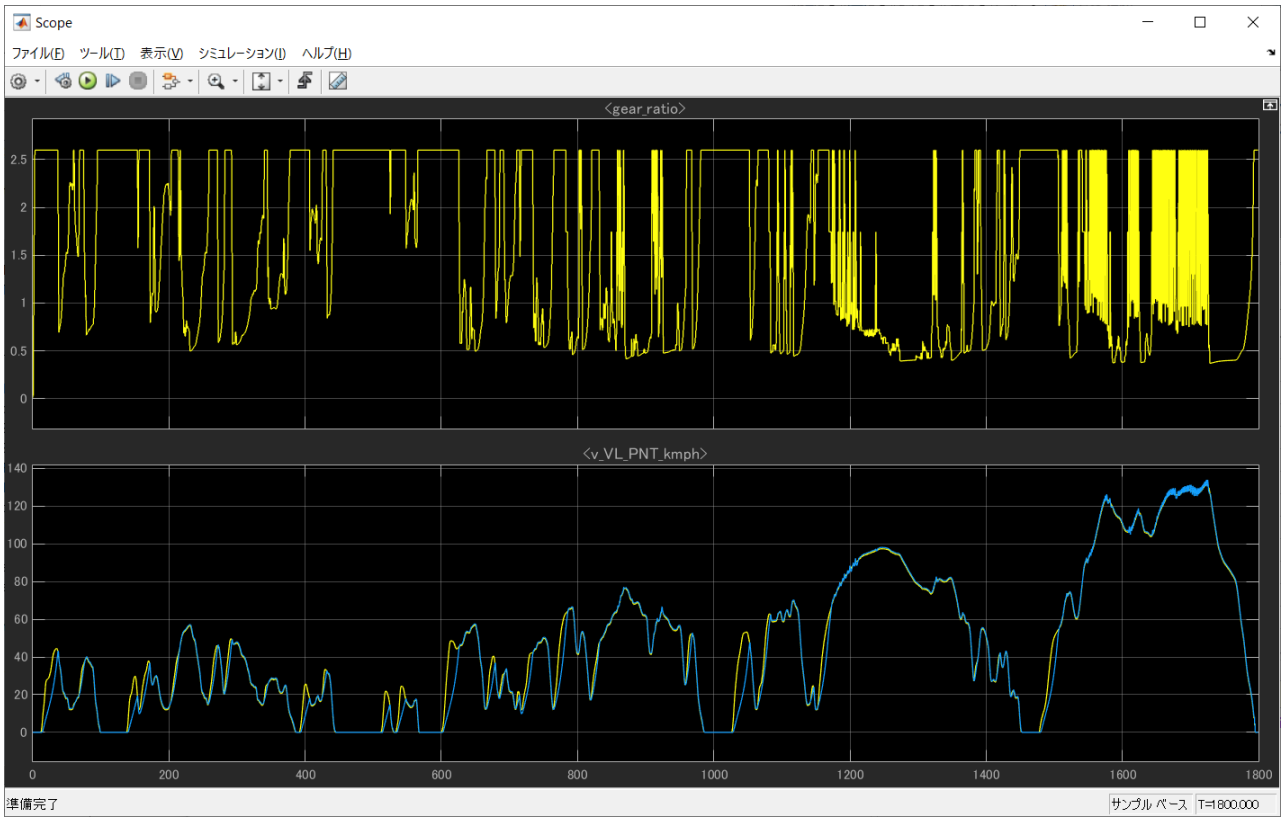

Fig.4.5.1 Simulink モデルのシミュレーション結果

4.6. FMU の生成

本モデルのモデル化および解析に Modelica 言語を用いている。別途作成のモデルと組み合わせることで車両走行解析を行うことができる。また Modelica で作成したプラントモデルを FMU（Functional Mockup Unit）にエクスポートし Simulink に取り込むことで Simulink 上での解析を行うことも可能としている。
今回用いた FMU は OpenModelica でも作成が可能であるが、シミュレーション実行時に正確に動作しなかったため、SimulationX を用いた。

提供していている FMU は Modelica ツールで作成された WindowsOS の 64bit 版である。次のような場合に FMU を再生成する必要がある。
・異なる OS 上で実行するとき
・モデルを変更するとき
・パラメータ、出力を変更する場合
・配列サイズを変更する場合

4.6.1. 生成する FMU の種類（タイプとビット数）

FMU は FMI 規格 ver2.0 に基づく FMU である。
生成手順は使用する Modelica ツールにより異なる。生成する FMU は FMU を実行する Simulink と同じ OS、ビット数でなければならない。

4.6.2. 表データファイルの取扱い

OpenModelica を用いて FMU を作成した場合は、実行時に表データファイルが必要になるが、SimulationX で FMU を作成すると表データを FMU 内に取り込んでいる。

4.6.3. Simulink 上でのパラメータの設定

FMU は生成された時点でのパラメータがデフォルト値となる。このデフォルト値を変更するには FMU を作成したツールに依存する。各 Modelica ツールの FMU に関するマニュアルを参照の事。

5. 参考文献

[1] “自動車開発におけるプラントモデル I/F ガイドライン(ver.3.0)”
出展元：https://epc.or.jp/wp-content/uploads/2020/03/IFguidelines_ver.3.0.pdf

[2] ”動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン”
出展元：https://epc.or.jp/wp-content/uploads/2020/03/TRAMI_IFguideline_manual_ver.1.1.pdf

[3] ”動力伝達システムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン準拠モデル解説書(ver.1.0)”
出展元：https://epc.or.jp/wp-content/uploads/2019/03/TRAMI_IFguideline_manual_ver.1.0.1.pdf

[4] ”動力伝達システムにおけるプラントモデルI/Fガイドライン準拠ステップAT第2階層プラントモデル解説書”
出展元：https://epc.or.jp/wp-content/uploads/2020/03/TRAMI_IFguideline_manual_2nd_StepAT_ver.1.0.pdf

[5] ” 動力伝達システムにおけるプラントモデルI/Fガイドライン準拠デュアルクラッチ式トランスミッション第3階層プラントモデル解説書”
出展元：https://epc.or.jp/wp-content/uploads/2020/03/TRAMI_IFguideline_manual_3rd_DCT_ver.1.0.pdf