

EV・電動化車両の電マネシステムにおける
プラントモデル I/F ガイドライン準拠
VHDL-AMS モデル
解説書
(Ver1.1)

改訂履歴

Ver.	日付	内容	会社名	承認者
1.0	2020/12/25	初版	DTWs	辻 公壽
1.1	2021/2/28	誤記修正、ブロック図追加。(Δ1)	DTWs	辻 公壽

目次

1. 概要	5
1.1. ガイドライン準拠モデルの目的	5
1.2. ガイドライン準拠モデルの前提・制約事項	5
1.3. ガイドライン準拠モデルの機能概要	6
2. 動作・使用環境	7
2.1. 動作環境	7
2.2. 使用環境	8
3. 使用方法	10
3.1. モデルの構築	10
3.1.1. VHDL-AMS のモデルを用意する	10
3.1.2. Twin Builder を起動	10
3.1.3. VHDL-AMS のモデルを読み込む	11
3.1.4. モデルを配置	12
3.1.5. モデルを繋ぐ	13
3.1.6. モデルのパラメータを設定	14
3.1.7. シミュレーション実行	15
4. ガイドライン準拠モデルの基本構造と構成	16
4.1. ユースケース事例	16
4.2. 第1階層の構造	17
4.2.1. 第1階層の構成	18
4.2.2. [A : Driver]システムの構成	19
4.2.3. [B : Vehicle]システムの構成	19
4.2.4. [C : Air_Conditioner]システムの構成	21
4.2.5. [D : CO2 Concentration]システムの構成	23
4.2.6. [E : Monitor]システムの構成	24
5. ガイドライン準拠モデルの機能仕様	25
5.1. [A : Driver]システムの機能仕様	25
5.1.1. [A : Driver]システムの第1階層の機能仕様	25
5.1.2. [A : Driver]システムの第2階層の機能仕様	27
5.2. [B : Vehicle]システムの機能仕様	29
5.2.1. [B : Vehicle]システムの第1階層の機能仕様	29
5.2.2. [B10C : PRM_SET]システムの第2階層の機能仕様	32
5.2.3. [B20C : VCU_CNT]システムの第2階層の機能仕様	34
5.2.4. [B30C : BK_CNT]システムの第2階層の機能仕様	36
5.2.5. [B40C : MG_CNT]システムの第2階層の機能仕様	38
5.2.6. [B10P : DF_PNT]システムの第2階層の機能仕様	40
5.2.7. [B20P-B23P : BK_PNT]システムの第2階層の機能仕様	42
5.2.8. [B30P-B33P : TR_PNT]システムの第2階層の機能仕様	44

5. 2. 9. [B40P : VL_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	46
5. 2. 10. [B50P : MG_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	49
5. 2. 11. [B60P : BT_Hi_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	51
5. 2. 12. [B70P : DCDC_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	53
5. 2. 13. [B80P : BT_PB_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	55
5. 2. 14. [B90P : CHG_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	57
5. 3. [C : Air_Conditioner] システムの機能仕様	59
5. 3. 1. [C : Air_Conditioner] システムの第 1 階層の機能仕様	59
5. 3. 2. [C10C : HVAC_CNT] システムの第 2 階層の機能仕様	64
5. 3. 3. [C10P : HVAC_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	66
5. 3. 4. [C20P : SOLAR_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	69
5. 3. 5. [C30-38P : BD_Cabin_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	77
5. 3. 6. [C40-45P : GL_Cabin_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	81
5. 4. [D : CO2 Concentration] システムの機能仕様	84
5. 4. 1. [D : CO2 Concentration] システムの第 1 階層の機能仕様	84
5. 4. 2. [D10C : CO2_CNT] システムの第 2 階層の機能仕様	86
5. 4. 3. [D10P : CO2_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	88
5. 4. 4. [D20P : CREW_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様	90
6. 謝辞	92
7. 参考文献	92

1. 概要

1.1. ガイドライン準拠モデルの目的

本モデルは、企業間でのモデルを流通促進するための「EV・電動化車両の電マネシステムにおけるプラントモデル I/F ガイドライン」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。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. ガイドライン準拠モデルの前提・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、自動車の機能や構造を抽象化している。

物理領域は、運動系（回転・並進）、電気系、熱系を範囲としている。他の物理領域は今後の課題とする。

自動車は電気自動車を想定したモデル化となっており、モード走行における電費を算出する。今回は、自動車開発でよく使用されているツールとして、Twin Builder をベースに作成する。

VHDL-AMS は大文字と小文字の区別をしない。そのため、本解説書の入出力名称、アクロススルー端子名称、変数名の大文字と小文字の区別はないものとする。

本文書の準拠規格として、IEEE 規格 1076.1、国際標準規格 IEC 61691-6 とする。

1.3. ガイドライン準拠モデルの機能概要

● 制御機能

ドライバのモデル

車両諸元の設定

車両 ECU モデル

ブレーキ ECU モデル

モータジェネレータ ECU モデル

空調 ECU モデル

CO₂ 濃度 ECU モデル

● プラント

デファレンシャルギアのモデル

タイヤブレーキのモデル

タイヤのモデル

車両運動のモデル

モータジェネレータのモデル

高圧バッテリーのモデル

DCDC コンバータのモデル

低圧バッテリーのモデル

外部充電器のモデル

HVAC システムモデル

日射・照射モデル

車体不透明部分のモデル

車体ガラス部分のモデル

キャビン内 CO₂ 濃度のモデル

搭乗人数のモデル

2. 動作・使用環境

2.1. 動作環境

ガイドライン準拠モデルは VM (Virtual Machine) 環境において動作確認を行った。以下の環境および条件にて動作を保証する。

<OS 環境>

OS	Windows10Pro
PC スペック	64bit メモリ 16GB 以上

<モデル使用環境>

ツール名	ANSYS Twin Builder
ツールバージョン	2019R1
形式	.vhd
必要ライブラリ (Twin Builder 標準以外)	–

<モデル計算条件>

ソルバタイプ	Adaptive Trapezoid-Euler
サンプリングタイム	10ms～80ms
最大ステップサイズ	80ms
最小ステップサイズ	10ms
許容誤差	1% (Local truncation error)

2.2. 使用環境

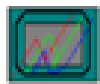
ガイドライン準拠モデルのシミュレーション時の環境およびファイル構成を以下に示す。

〈ガイドライン準拠モデルのシミュレーション環境〉

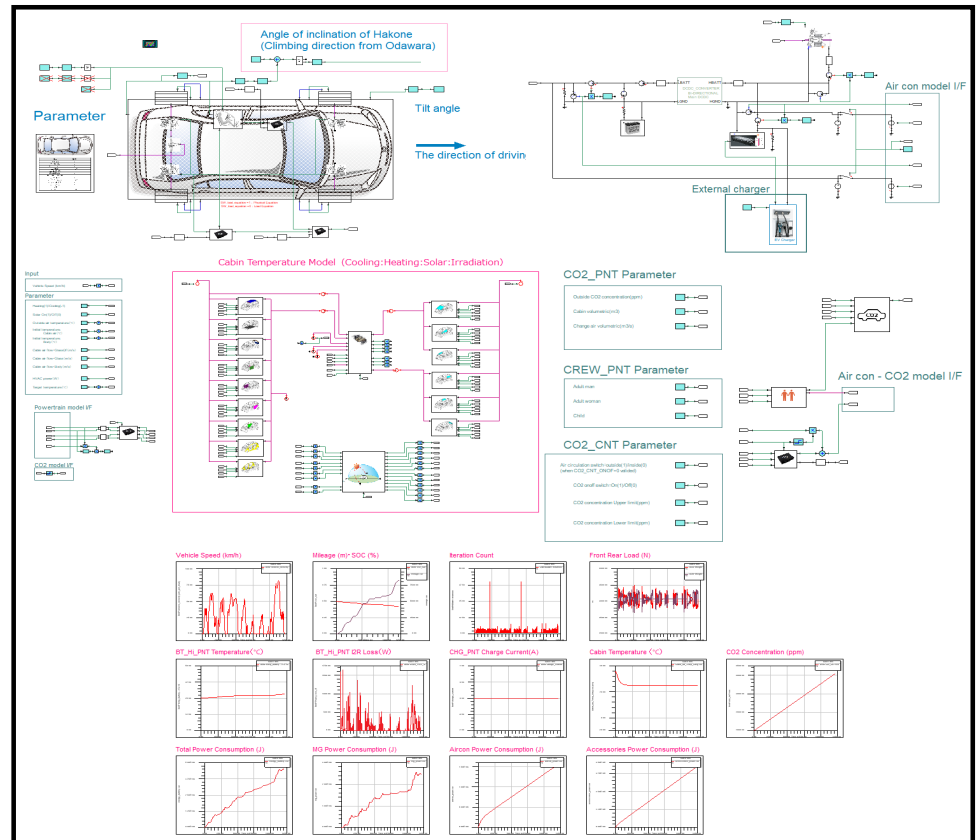
ガイドライン準拠モデルを使ったシミュレーションの環境を以下に示す。

今回は、VHDL-AMS のモデルを ANSYS の Twin Builder を使用して、シミュレーションの実行を行う。

車速パターンデータを入力設定情報として読み込み、演算を行う。



車速パターン



VHDL-AMS モデル

図 2.2. シミュレーション環境

Δ1

〈ガイドライン準拠モデルのファイル構成〉

No.	ファイル名	説明
1	Driver_Model.vhd	ドライバのモデル
2	PRM_SET.vhd	車両諸元の設定
3	VCU_CNT.vhd	車両 ECU モデル
4	BK_CNT.vhd	ブレーキ ECU モデル
5	MG_CNT.vhd	モータジェネレータ ECU モデル
6	DF_PNT.vhd	デファレンシャルギアのモデル
7	BK_PNT.vhd	タイヤブレーキのモデル
8	TR_PNT.vhd	タイヤのモデル
9	VL_PNT.vhd	車両運動のモデル
10	MG_PNT.vhd	モータジェネレータのモデル
11	BT_Hi_PNT.vhd	高圧バッテリーのモデル
12	DCDC_PNT.vhd	DCDC コンバータのモデル
13	BT_PB_PNT.vhd	低圧バッテリーのモデル
14	CHG_PNT.vhd	外部充電器のモデル
15	HVAC_CNT.vhd	空調 ECU モデル
16	HVAC_PNT.vhd	HVAC システムモデル
17	SOLAR_PNT.vhd	日射・照射モデル
18	BD_Cabin_PNT.vhd	車体不透明部分のモデル
19	GL_Cabin_PNT.vhd	車体ガラス部分のモデル
20	CO2_CNT.vhd	CO2 濃度 ECU モデル
21	CO2_PNT.vhd	キャビン内 CO2 濃度のモデル
22	CREW_PNT.vhd	搭乗人数のモデル
23	vehicle_Speed_JC08.mdx	車速パターンデータ (JC08)
24	WLTC.xlsx	車速パターンデータ (WLTC)

3. 使用方法

3.1. モデルの構築

3.1.1. VHDL-AMS のモデルを用意する

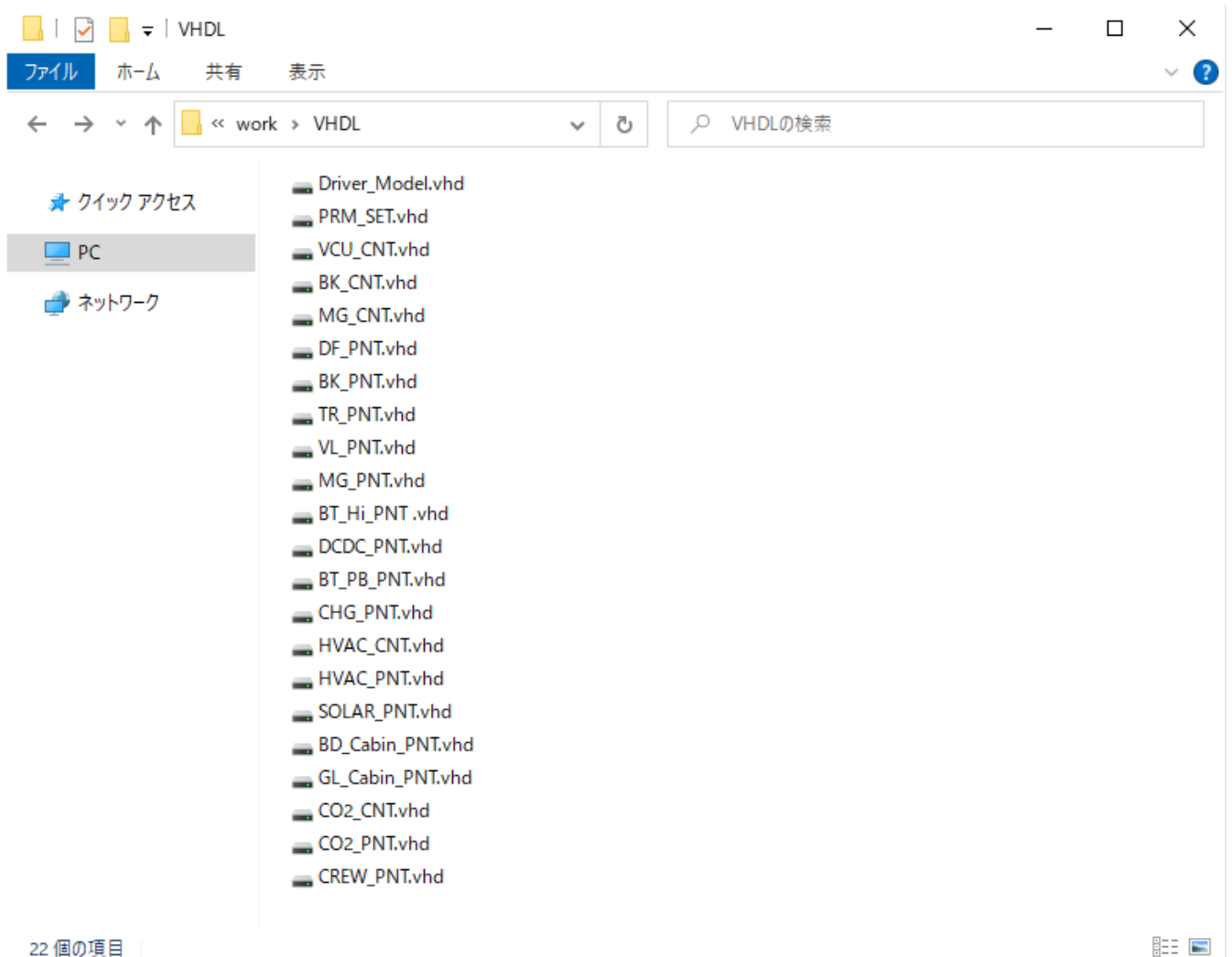


図 3.1.1. VHDL-AMS モデルの用意

3.1.2. Twin Builder を起動

Twin Builder 2019R1 を起動する。

3.1.3. VHDL-AMS のモデルを読み込む

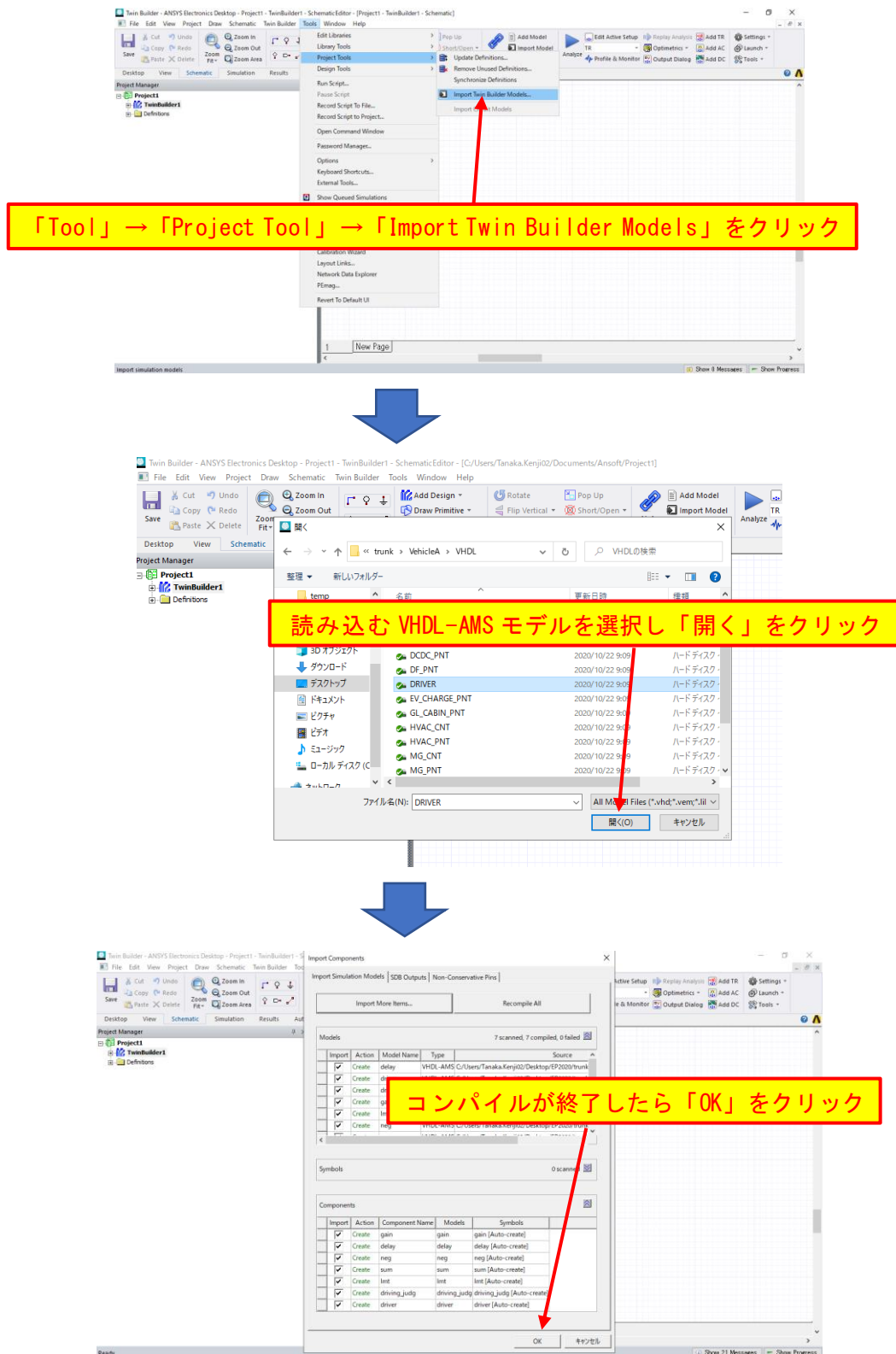


図 3.1.3. Twin Builder でのモデル読み込み手順

3.1.4. モデルを配置

ライブラリから読み込んだモデルをドラッグし配置する。

目標車速についてはテキスト時系列データ（vehicle_Speed_JC08.mdx）を読み込んで配置する。

※各ツールの時系列データの読み込み方法は各ツールベンダーに問い合わせ。

※モデルのシンボルは各自で用意し変更する。

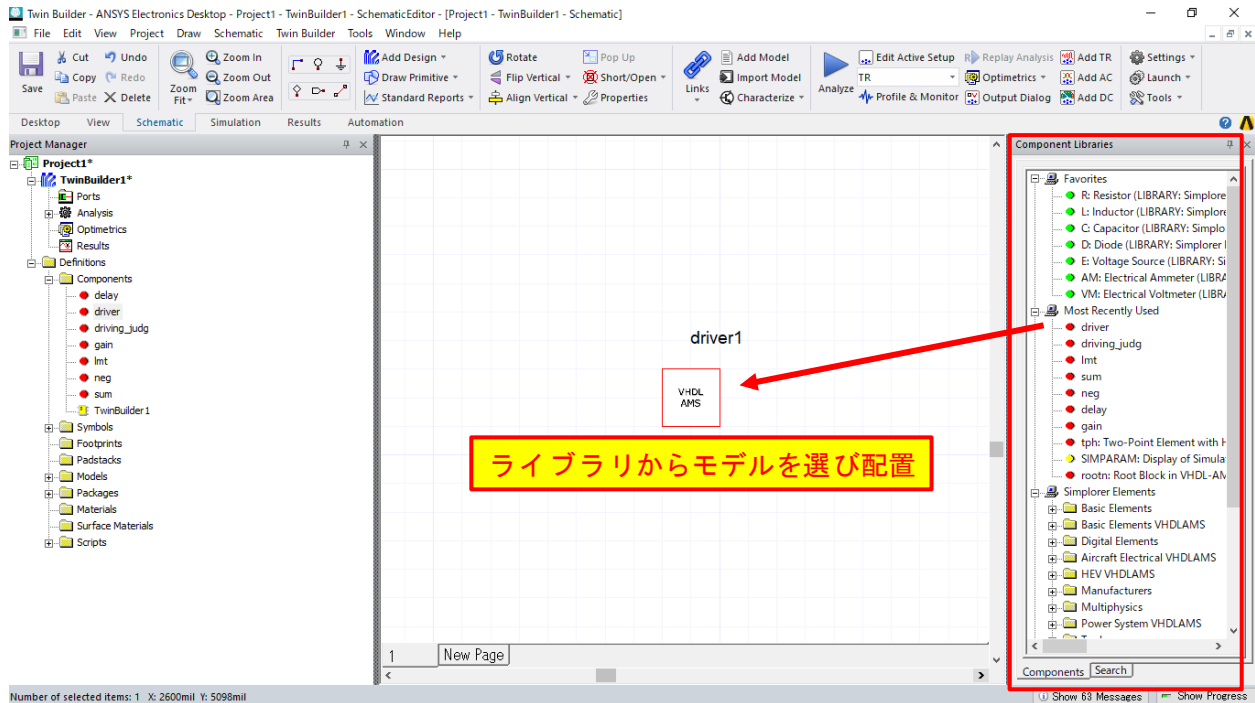


図 3.1.4. VHDL-AMS のモデルの配置

3.1.5. モデルを繋ぐ

モデルをクリックし強調表示させ右クリックしメニューから「Pin Visibility」を選択し、表示させたいピンをクリックし、モデルを接続する。接続するピンは第4章と第5章を参照。

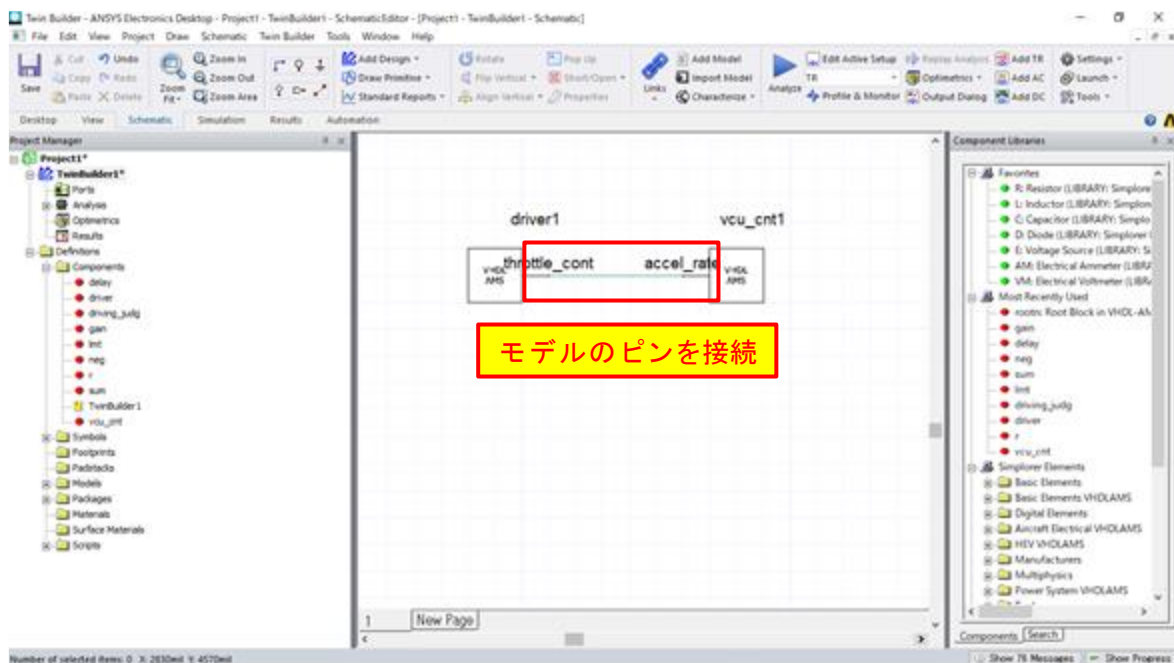
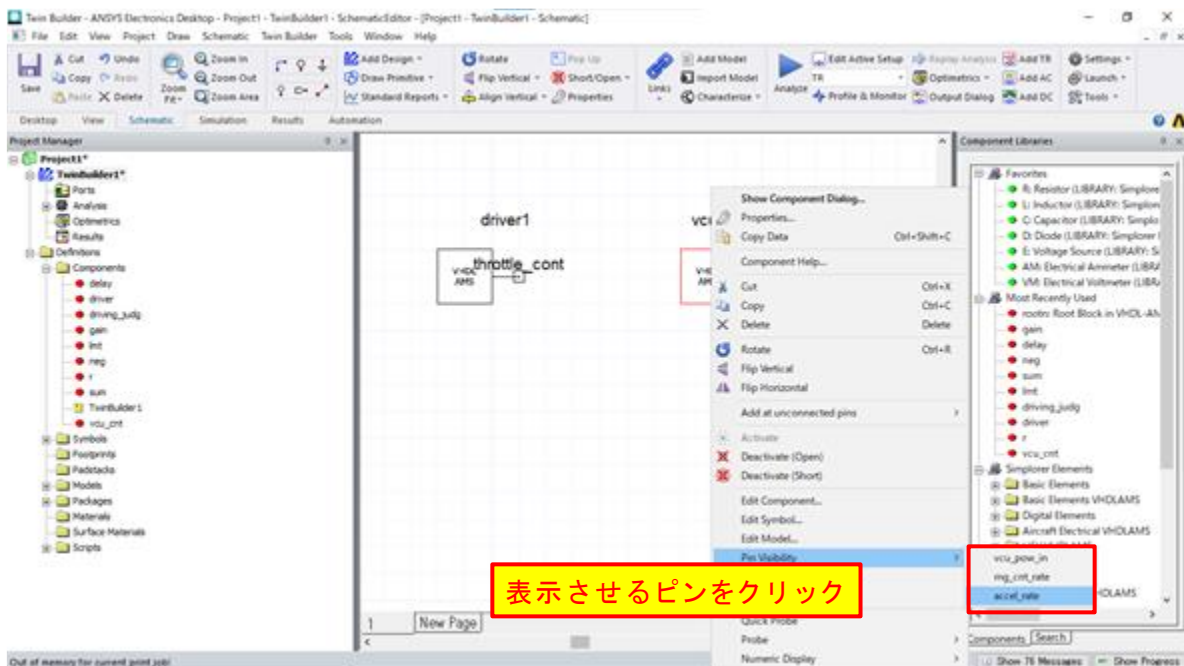


図 3.1.5. モデルの接続

3.1.6. モデルのパラメータを設定

モデルをクリックし強調表示させ右クリックしメニューから「Properties」を選択し、モデルのパラメータを設定する。パラメータの設定は第5章を参照。

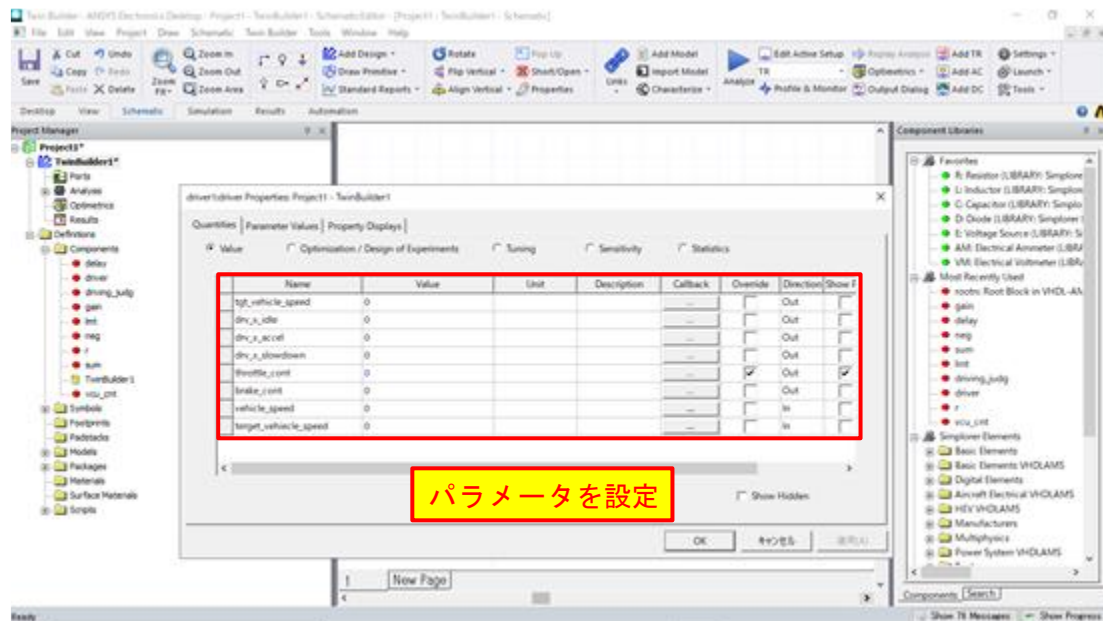


図 3.1.6. モデルのパラメータ設定

3.1.7. シミュレーション実行

モニターを準備し、シミュレーションを実行する。準備するモニターは第4章を参照。

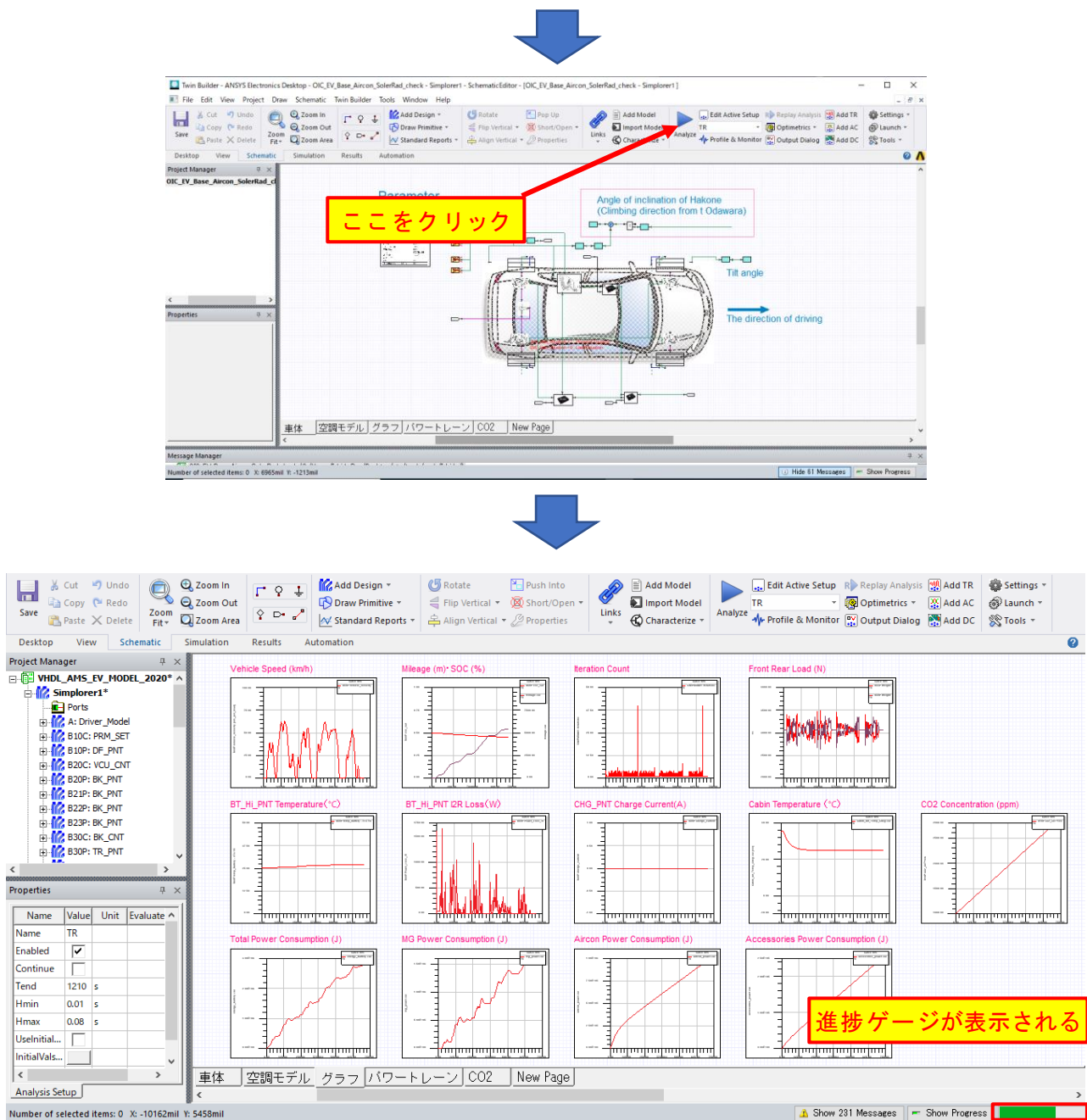


図 3.1.7. シミュレーション実行手順

Message Manager に「Simulation completed successfully.」の表記があればシミュレーション完了。

4. ガイドライン準拠モデルの基本構造と構成

4.1. ユースケース事例

自動車技術会、オープンイノベーション協議会連携による国際標準による経産省 EV 車両モデルにおけるユースケースとして、空調負荷と電費が議論可能である。空調・快適性のエネルギーは EV にとっては走行エネルギーに匹敵し、空調エネルギーの削減は航続距離の伸長に直結する。今回電費の向上の一つとして、換気ロスと相反する人体の呼気（CO₂）モデルを用い、低減のためのシステムの検討を実施したので紹介する。前提として、窓ガラスの曇りの影響は無いものとした。

No.	ユースケース事例
ユースケース①	EV モデルの電費算出シミュレーション
ユースケース②	空調エネルギーを含めた EV モデルの電費算出シミュレーション
ユースケース③	CO ₂ 濃度を元に換気制御を想定した電費算出シミュレーション
ユースケース④	急速充電によるバッテリー温度算出シミュレーション

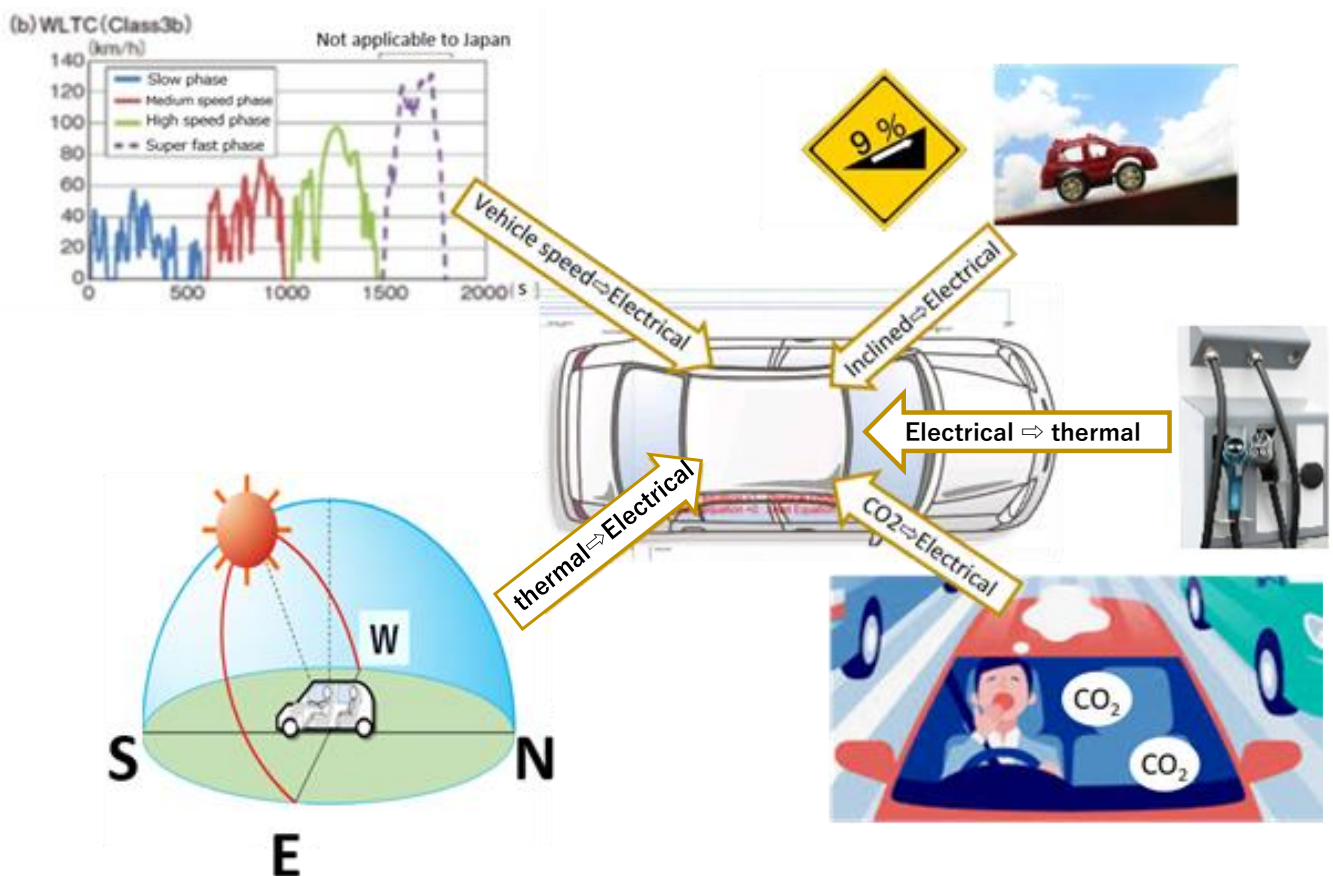


図 4.1. ユースケース事例

詳細なユースケースの概要、構造、シミュレーション結果は別紙ユースケースに記載する。

4.2. 第1階層の構造

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層モデル全体の構造を示す。

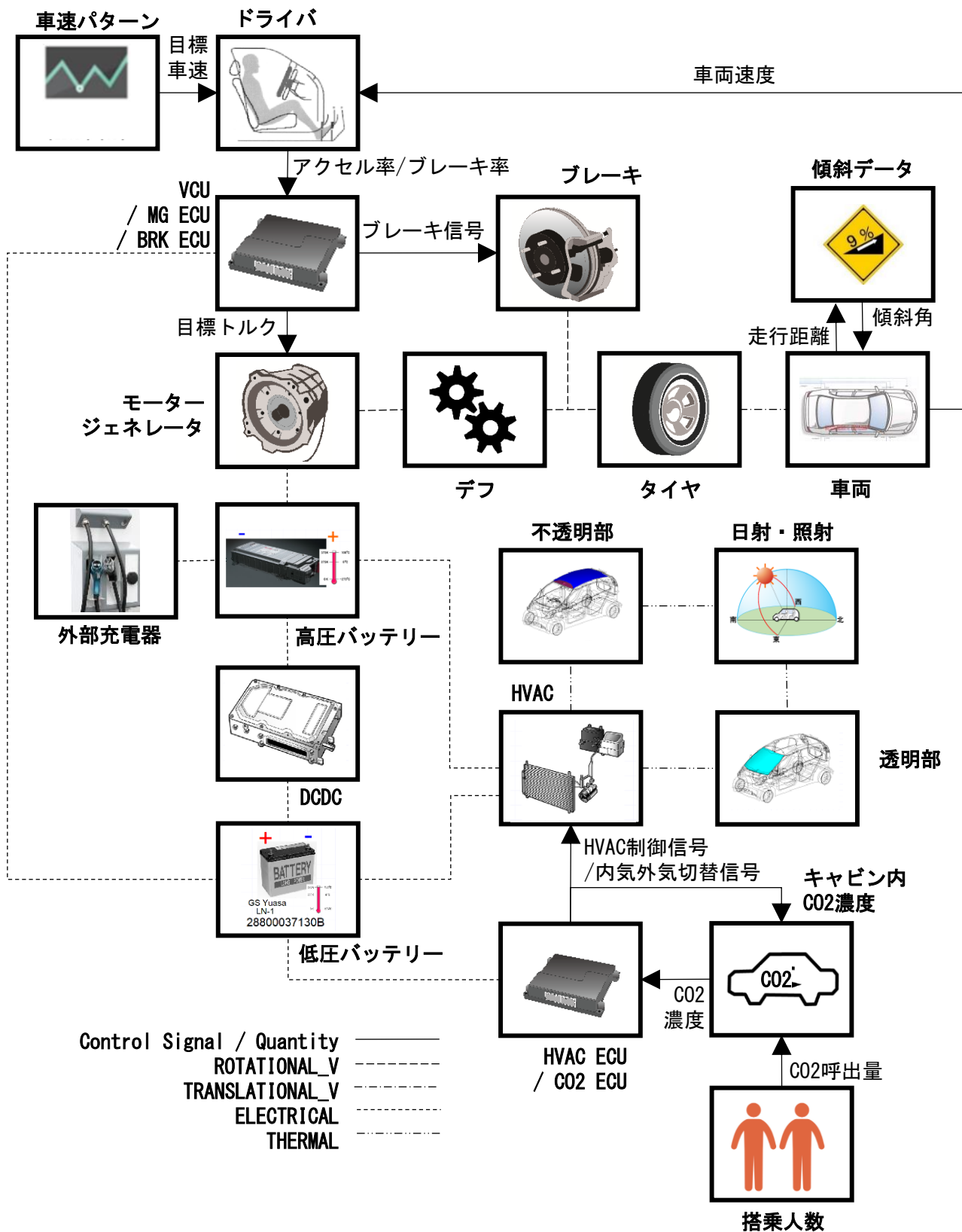


図 4.2. ガイドライン準拠モデル第 1 階層の構造

4.2.1. 第1階層の構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層モデル全体の構成を示す。

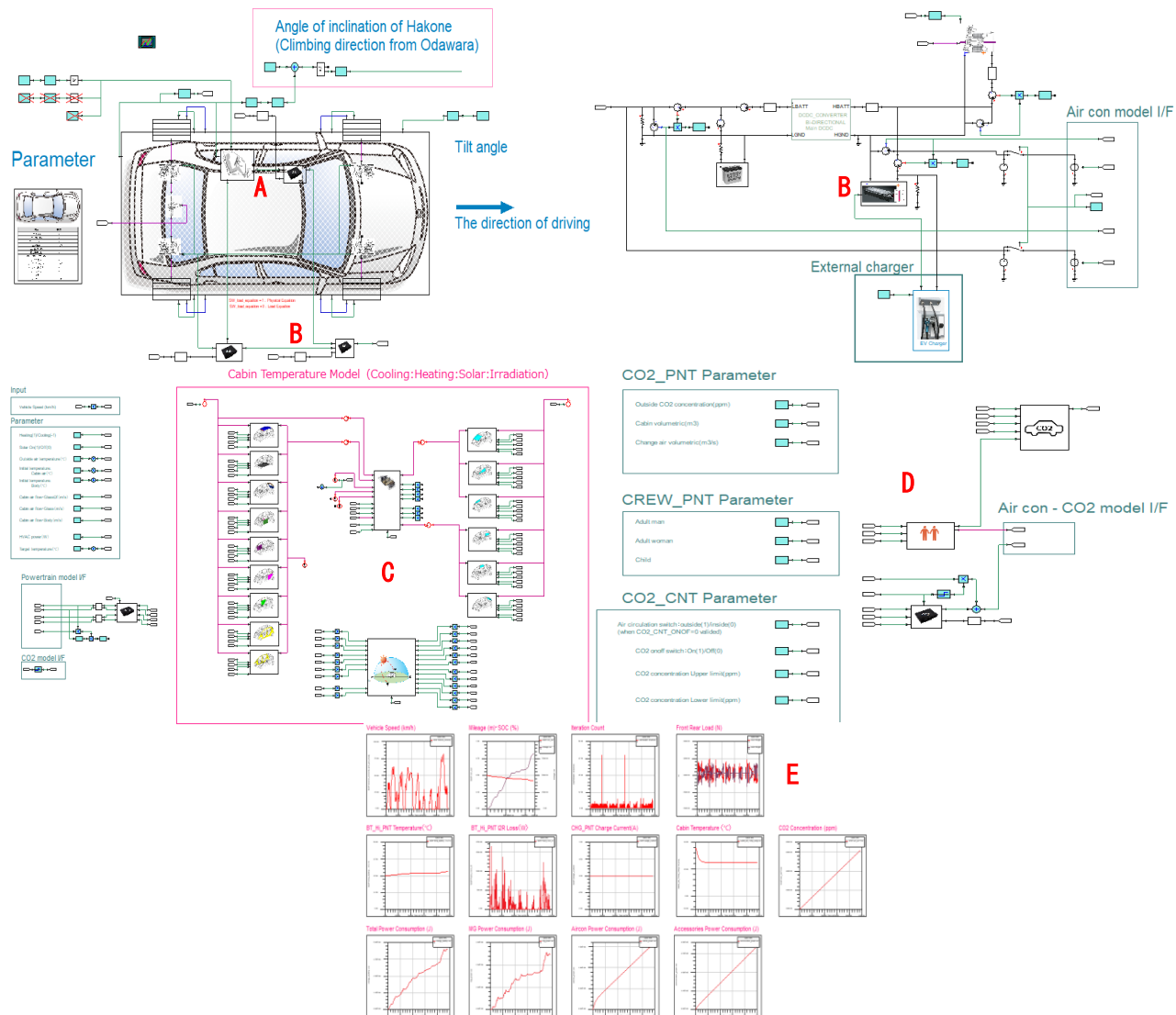


図 4.2.1. 第1階層モデル全体の構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層がもつシステムとその機能を示す。

表中の No. (A, B, C, D, E) は、図 4.2.1. のシステムを指したローマ字記号を表す。

No.	システム名	機能概要
A	driver	モード走行パターンを読み取り、アクセルとブレーキの操作を行う。
B	Vehicle	アクセルとブレーキの操作を読み取り、モータを制御して車両速度を算出する。
C	Air_Conditioner	キャビン内の温度を算出し目標温度に調整する。
D	CO2_Concentration	キャビン内の CO2 濃度を算出し外気交換を行う。
E	Monitor	システム内の各種変数をモニターする。

4.2.2. [A : Driver]システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層の Driver システムの構成を示す。
モデルは「車体」シートにある。

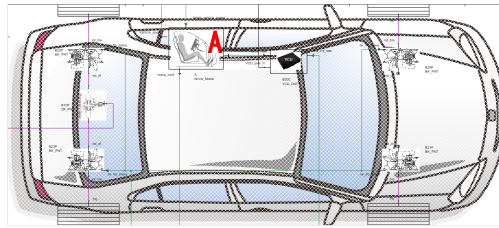


図 4.2.2. 第1階層 Driver システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層 Driver システムがもつシステムとその機能概要を示す。

No.	システム名	機能概要
A	Driver_model	ドライバのモデル。

4.2.3. [B : Vehicle]システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層の Vehicle システムの構成を示す。
モデルは「車体」シートと「パワートレイン」シートにある。

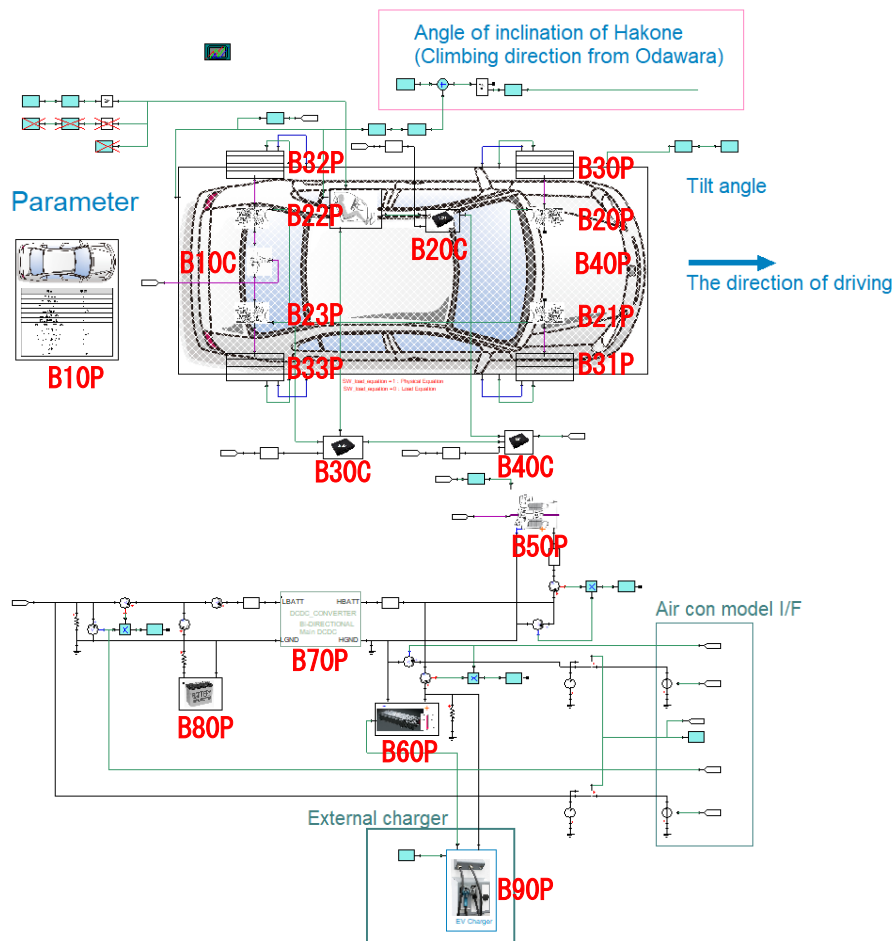


図 4.2.3. 第1階層 Vehicle システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第 1 階層 Vehicle システムがもつシステムとその機能概要を示す。
表中の No. の最後のアルファベットは、“C”は Controller (制御) モデルであることを意味し、“P”は Plant (プラント) モデルであることを意味する。

No.	システム名	機能概要
B10C	PRM_SET	車両諸元の設定
B20C	VCU_CNT	車両 ECU モデル
B30C	BK_CNT	ブレーキ ECU モデル
B40C	MG_CNT	モータジェネレータ ECU モデル
B10P	DF_PNT	デファレンシャルギアのモデル
B20P	BK_PNT	左前タイヤブレーキのモデル
B21P	BK_PNT	右前タイヤブレーキのモデル
B22P	BK_PNT	左後タイヤブレーキのモデル
B23P	BK_PNT	右後タイヤブレーキのモデル
B30P	TR_PNT	左前タイヤのモデル
B31P	TR_PNT	右前タイヤのモデル
B32P	TR_PNT	左後タイヤのモデル
B33P	TR_PNT	右後タイヤのモデル
B40P	VL_PNT	車両運動のモデル
B50P	MG_PNT	モータジェネレータのモデル
B60P	BT_Hi_PNT	高圧バッテリーのモデル
B70P	DCDC_PNT	DCDC コンバータのモデル
B80P	BT_PB_PNT	低圧バッテリーのモデル
B90P	CHG_PNT	外部充電器のモデル

傾斜での車重配分を計算するため BK_PNT、TR_PNT モデルを 4 分割し実車両に合わせた。

4.2.4. [C : Air_Conditioner]システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層の Air_Conditioner システムの構成を示す。

モデルは「空調モデル」シートにある。

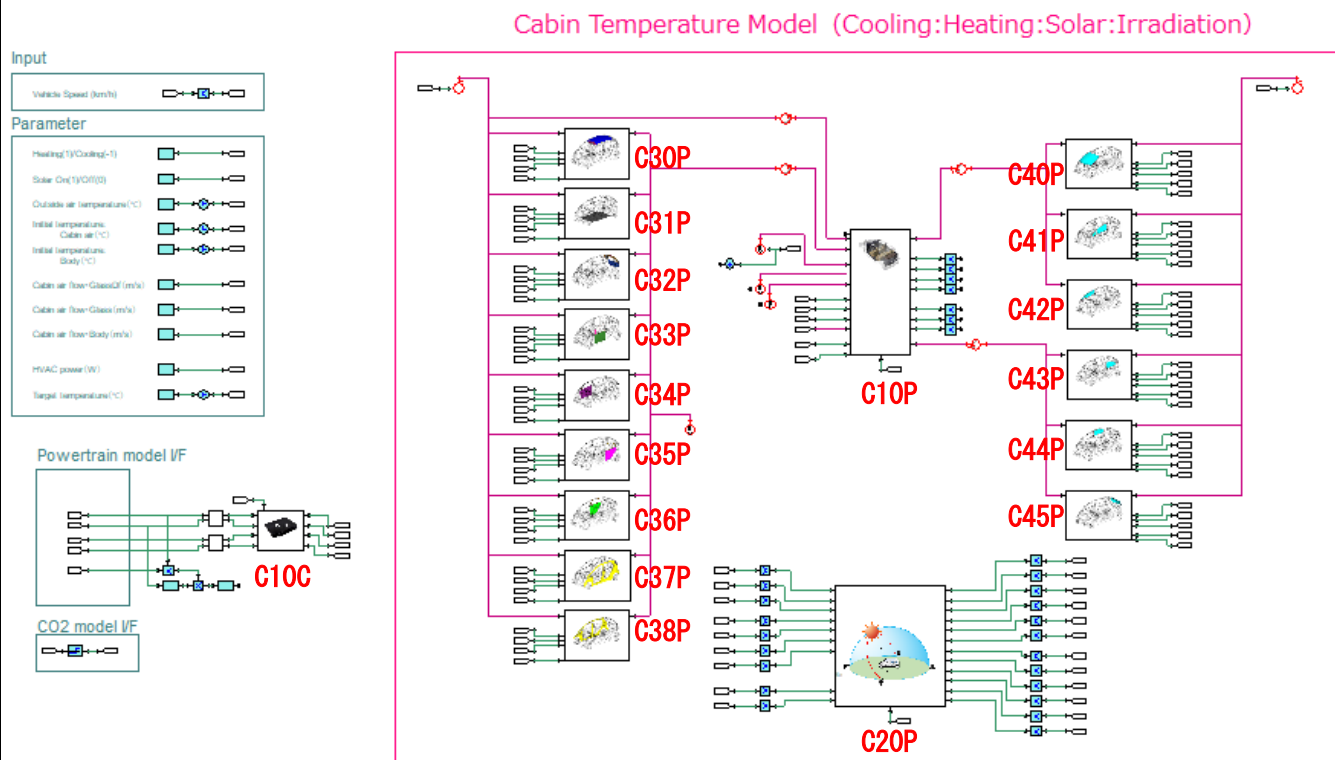


図 4.2.4-1. 第1階層 Air_Conditioner システムの構成

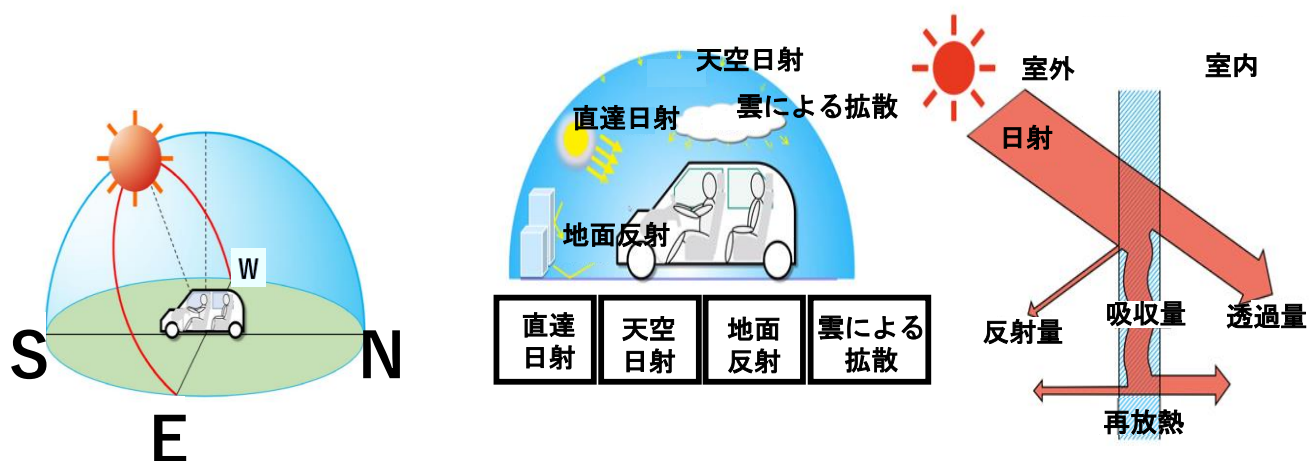


図 4.2.4-2. C20P から C45P の機能イメージ

以下にガイドライン準拠モデルの第 1 階層 Air_Conditioner システムがもつシステムとその機能概要を示す。表中の No. の最後のアルファベットは、“C”は Controller(制御)モデルであることを意味し、“P”は Plant(プラント)モデルであることを意味する。

No.	システム名	機能概要
C10C	HVAC_CNT	空調 ECU モデル
C10P	HVAC_PNT	HVAC システムモデル
C20P	SOLAR_PNT	日射・照射モデル
C30P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(ルーフ)
C31P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(フロア)
C32P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(リア)
C33P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(ドア左前)
C34P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(ドア右前)
C35P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(ドア左後)
C36P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(ドア右後)
C37P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(左側面)
C38P	BD_Cabin_PNT	車体不透明部分のモデル(右側面)
C40P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(ウィンドシールド)
C41P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(左前ガラス)
C42P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(右前ガラス)
C43P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(左後ガラス)
C44P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(右後ガラス)
C45P	GL_Cabin_PNT	車体ガラス部分のモデル(リアガラス)

車体不透明部分、車体ガラス部分の各部位によって太陽光を受ける向きや日射透過率、日射吸収率が異なる。各部位によって異なるキャビン内への熱流量の詳細度をあげるため、車体不透明部分、車体ガラス部分を上記の様に分割した。

4.2.5. [D : CO2 Concentration] システムの構成

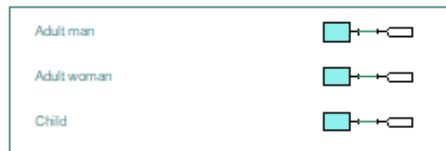
以下にガイドライン準拠モデルの第1階層の CO2_Concentration システムの構造を示す。

モデルは「CO2」シートにある。

CO2_PNT Parameter



CREW_PNT Parameter



CO2_CNT Parameter

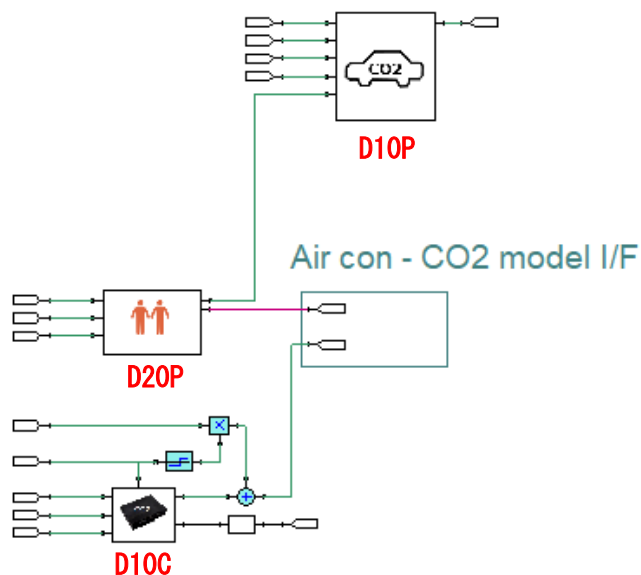
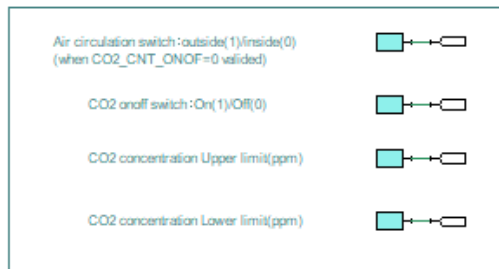


図 4.2.5. 第1階層 CO2_Concentration システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層 CO2_Concentration システムがもつシステムとその機能概要を示す。表中のNo. の最後のアルファベットは、“C”はController (制御) モデルであることを意味し、“P”はPlant (プラント) モデルであることを意味する。

No.	システム名	機能概要
D10C	CO2_CNT	CO2 濃度 ECU モデル
D10P	CO2_PNT	キャビン内 CO2 濃度のモデル
D20P	CREW_PNT	搭乗人数のモデル

4.2.6. [E : Monitor]システムの構成

以下にガイドライン準拠モデルの第1階層の Monitor システムの構造を示す。

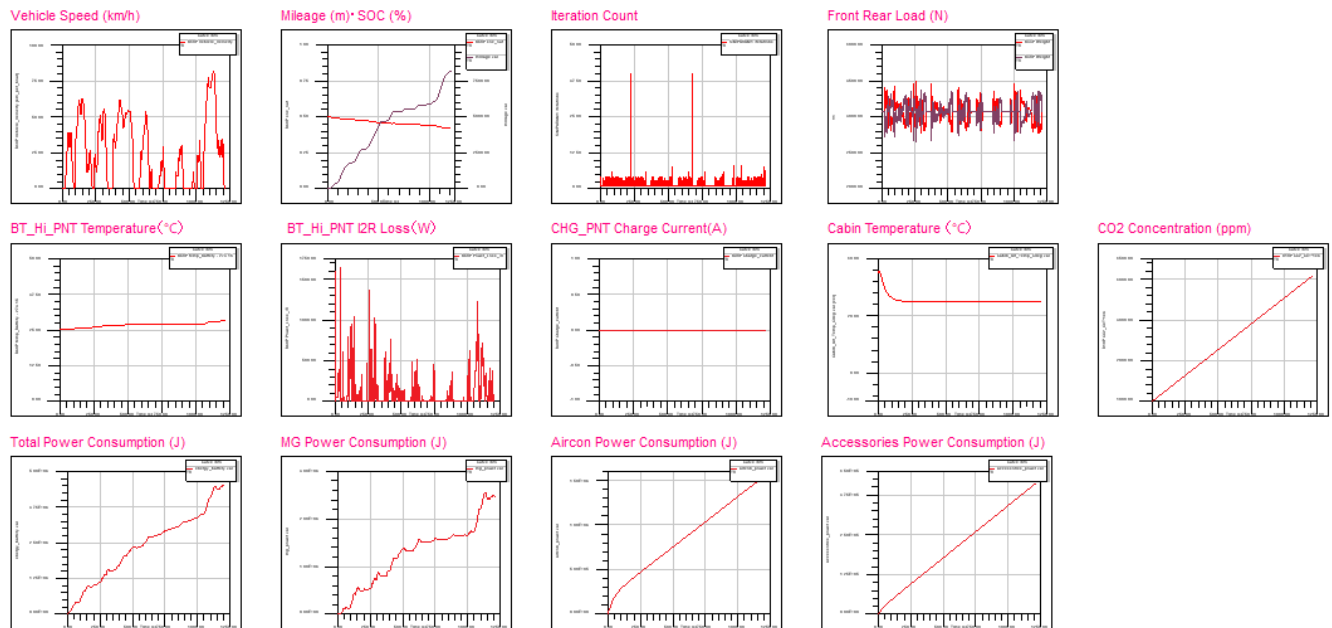


図 4.2.6. 第1階層 Monitor システムの構成

5. ガイドライン準拠モデルの機能仕様

データフローダイアグラムにおいて、機能は赤、インターフェースは青、パラメータは黒で示す。

ブロック図において、因果接続は青、非因果接続の電気系は黄、回転系は緑、並進系は紫、熱系はピンクで示す。

Δ1

5.1. [A : Driver]システムの機能仕様

ガイドライン準拠モデルの Driver システムの機能仕様を記述する。

5.1.1. [A : Driver]システムの第1階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデルの第1階層 Driver システムの機能仕様を記述する。

5.1.1.1. 概要

目標車速を読み取り、目標車速に合わせたアクセルとブレーキの操作を行う。

5.1.1.2. データフローダイアグラム

以下に本システムの詳細なデータフローダイアグラムを示す。

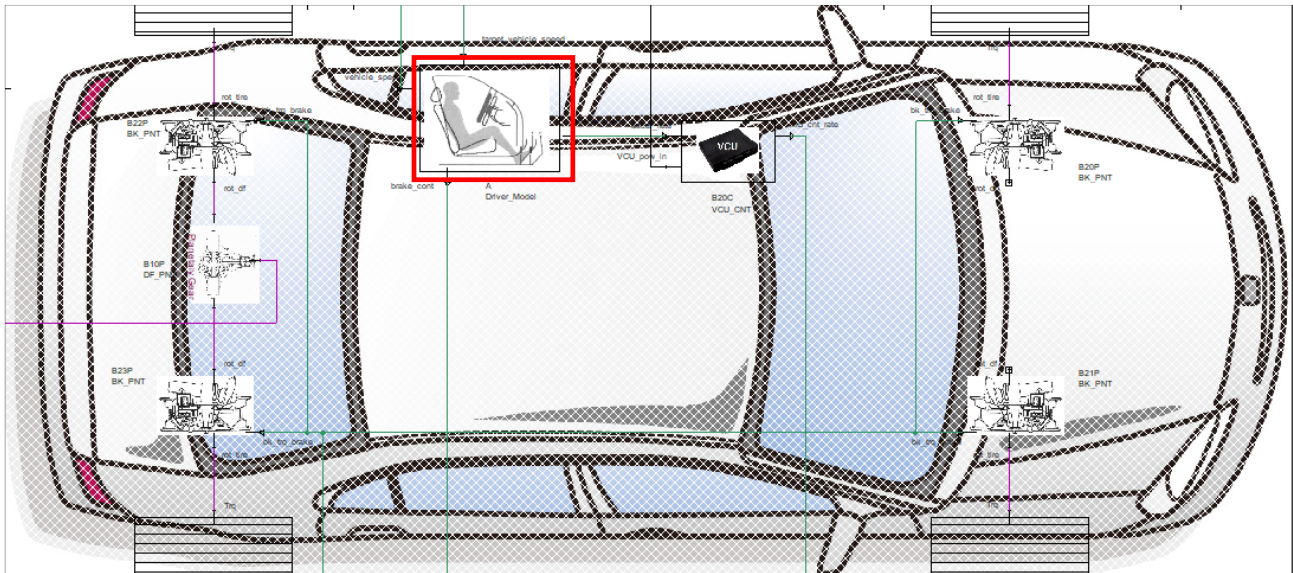


図 5.1.1.2. データフローダイアグラム : 第1階層 Driver システム

5.1.1.3. 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
target_vehicle_speed	km/h	－	目標車両速度
vehicle_speed	m/s	－	車両速度
出力			
名称	単位	範囲	説明
brake_cont	－	[0 : 100000]	目標ブレーキ率[*1]
throttle_cont	－	[0 : 10000]	目標アクセル率[*1]

[*1] 比例制御出力を含む範囲と設定する。

Δ1

Δ1

5.1.1.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.1.1.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.1.1.6. その他の情報

本システムその他の情報はなし。

5.1.2. [A : Driver]システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 Driver システムの機能仕様を記述する。

5.1.2.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

ドライバのモデル。

- モデル化の範囲・抽象度

目標車両速度をもとに、ドライバが操作したアクセルとブレーキを算出。

- モデル化した機能

- ①目標車両速度と車両速度の差により、目標アクセル率を算出する機能。
- ②目標車両速度と車両速度の差により、目標ブレーキ率を算出する機能。

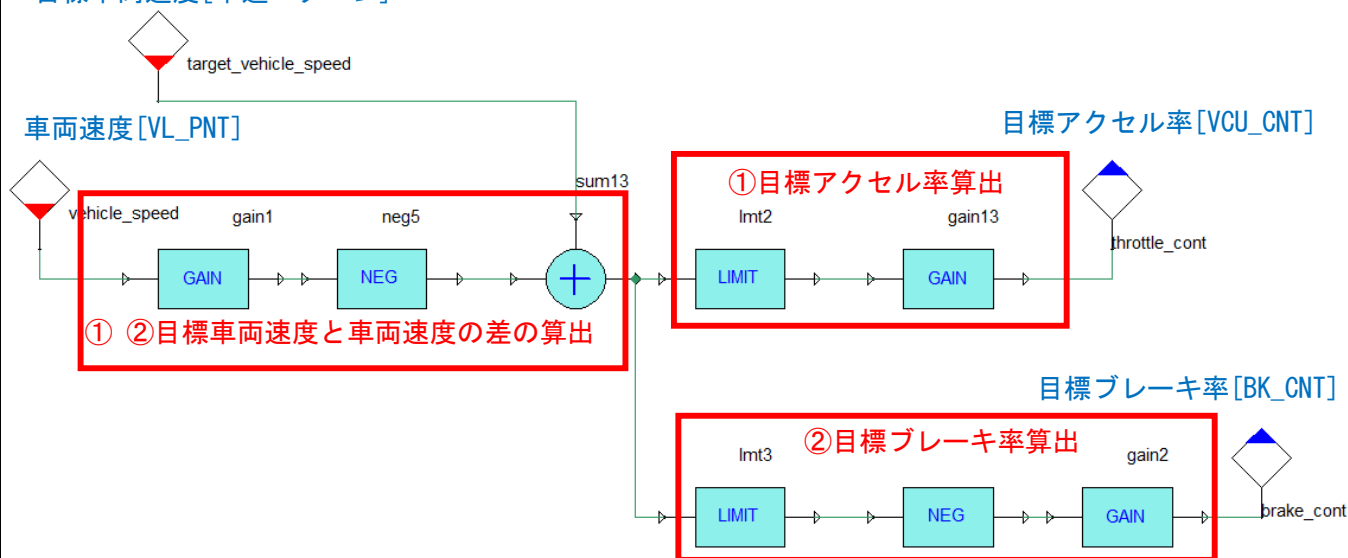
Δ1

Δ1

5.1.2.2. データフローダイアグラム

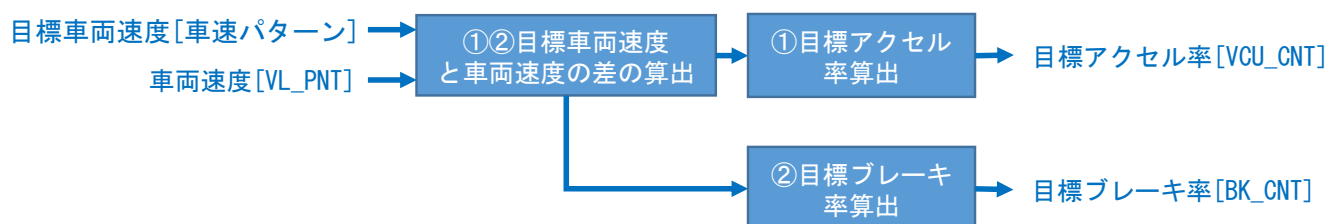
以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

目標車両速度[车速パターン]



Δ1

図 5.1.2.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 Driver システム



Δ1

図 5.1.2.2-2. ブロック図：第2階層 Driver システム

5.1.2.3. 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
target_vehicle_speed	km/h	－	目標車両速度
vehicle_speed	m/s	－	車両速度
出力[*1]			
名称	単位	範囲	説明
brake_cont	－	[0 : 100000]	目標ブレーキ率[*1]
throttle_cont	－	[0 : 10000]	目標アクセル率[*1]

[*1] 比例制御出力を含む範囲と設定する。

△1

△1

5.1.2.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.1.2.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.1.2.6. その他の情報

本システムその他の情報はなし。

5.2. [B : Vehicle]システムの機能仕様

ガイドライン準拠モデルの Vehicle システムの機能仕様を記述する。

5.2.1. [B : Vehicle]システムの第1階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデルの第1階層 Vehicle システムの機能仕様を記述する。

5.2.1.1. 概要

アクセルとブレーキの操作を読み取り、モータとブレーキを制御して車両速度を算出する。

5.2.1.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

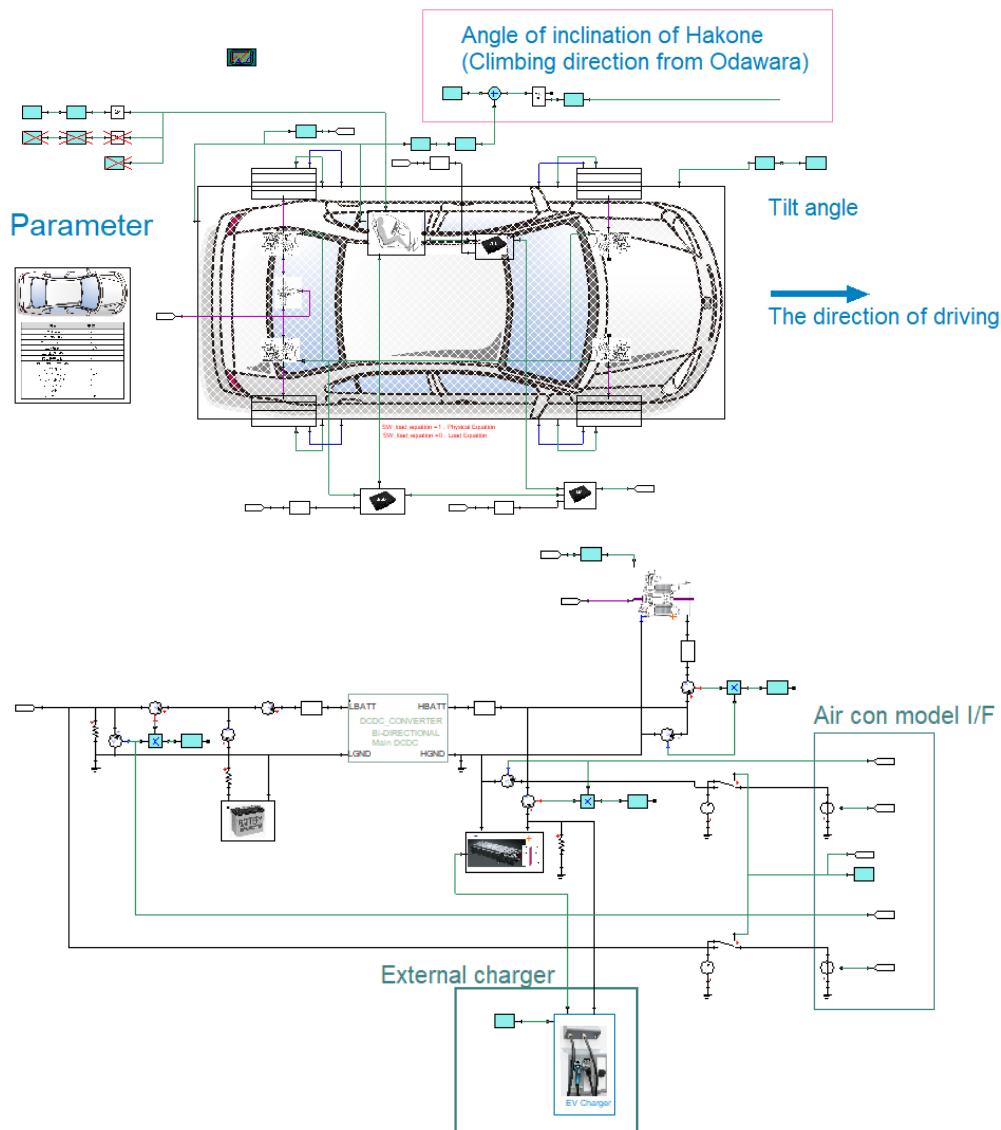


図 5.2.1.2. データフローダイアグラム：第1階層 Vehicle システム

5.2.1.3. 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
brake_rate	－	[0 : 100000]	目標ブレーキ率
accel_rate	－	[0 : 10000]	目標アクセル率
Theata	rad	－	傾斜角度
Current_aircon	A	－	エアコン電流
Current_blower	A	－	ブロワー電流
出力			
名称	単位	範囲	説明
Vehicle_Velocity	m/s	－	車両速度
HV_voltage	V	－	高電圧
Pb_Voltage	V	－	ブロワー電圧

△1

△1

△1

△1

△1

5.2.1.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
ECU_Batt_Hi	電気系	電圧[V]	電流[A]	CO2_CNT

△1

5.2.1.5. 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	設定値	単位	説明
Vcl_Vehicle_Mass	1250	kg	車両重量
Vcl_Height_Center	0.5	m	車両中心高さ
Vcl_Length_Wheel_Base	2.5	m	ホイールベース
Vcl_Length_Wheel_Base_Front	1.25	m	ホイールベースフロント
Vcl_Length_Wheel_Base_Rear	1.25	m	ホイールベースリア
Vcl_Air_Density	1.2	kg/m3	空気密度
Vcl_Air_Cd	0.28	－	空気抵抗係数
Vcl_Air_Square	2.11	m2	前面投影面積

変数名	設定値	単位	説明
k_v2	0.03838	–	ロードロード式係数[*1]
k_v	-0.4241	–	ロードロード式係数[*1]
k_c	-125.9	–	ロードロード式係数[*1]
Tire_Radius	0.275	m	タイヤ半径
Tire_Inertia	3.3	kgm2	タイヤイナーシャ
Tire_RRC	105	–	転がり抵抗係数
Brk_Hikizuri_Brake_Trq	0.8	Nm	引きずりトルク
Df_Ratio	7.06	–	ギア比
Df_Inertia_Df	0.0371	kgm2	デフイナーシャ
Load_Equation_CTL	1	–	物理式、ロードロード式 判定フラグ[*2]
init_soc	50	%	初期 SOC
Temp_ambient	273.16+25.0	K	周囲温度
UD_cont	1	–	降圧、昇圧切り替えフラグ[*3] (降圧:1 昇圧:0)
tgt_volt_L_dcdc	12.8	V	目標降圧電圧
tgt_volt_H_dcdc	260	V	目標昇圧電圧
current_dcdc_12Vout_max	100	A	最大降圧電流
current_dcdc_250Vout_max	0.1	A	最大昇圧電流
Charge_end_soc	0.95	–	充電停止 SOC
Charge_Power	50	kW	充電電圧
Aircon_cal	–	–	空調切り替えフラグ (空調 ON:1 空調 OFF:0)

[*1] 以下の式で用いられる。

$$f = k_{v2} \times v_{kmph}^2 + k_v \times v_{kmph} + k_c + \sin th \times mass \times PHYS_GRAVITY$$

車両負荷抵抗 f 、車両速度加速度 v_{kmph}^2 、車両速度の変位 v_{kmph} 、車両重量 $mass$ 、傾斜 $\sin th$ 、重力加速度 $PHYS_GRAVITY$ とする。

[*2] 車両負荷を物理式算出、またはロードロード式算出のどちらかに切り替える。

物理式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を1にする。
ロードロード式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を0にする。

[*3] 本システムでは降圧を使用する。

5.2.1.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.2. [B10C : PRM_SET] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 PRM_SET システムの機能仕様を記述する。

5.2.2.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

車両諸元の設定

●モデル化の範囲・抽象度

車両諸元をパラメータ値として設定。

●モデル化した機能

- ①VL_PNT のパラメータ値を設定。
- ②TR_PNT のパラメータ値を設定。
- ③BK_PNT のパラメータ値を設定。
- ④DF_PNT のパラメータ値を設定。
- ⑤物理式とロードロード式の切り替えを設定。

5.2.2.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。



図 5.2.2.2. データフローダイアグラム：第2階層 PRM_SET システム

5.2.2.3. 入出力仕様

本システムの入出力はなし。

5.2.2.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.2.2.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
Vcl_Vehicle_Mass	1250	kg	車両重量
Vcl_Height_Center	0.5	m	車両中心高さ
Vcl_Length_Wheel_Base	2.5	m	ホイールベース
Vcl_Length_Wheel_Base_Front	1.25	m	ホイールベースフロント
Vcl_Length_Wheel_Base_Rear	1.25	m	ホイールベースリア
Vcl_Air_Density	1.2	kg/m ³	空気密度
Vcl_Air_Cd	0.28	–	空気抵抗係数
Vcl_Air_Square	2.11	m ²	前面投影面積
k_v2	0.03838	–	ロードロード式係数
k_v	-0.4241	–	ロードロード式係数
k_c	-125.9	–	ロードロード式係数
Tire_Radius	0.275	m	タイヤ半径
Tire_Inertia	3.3	kgm ²	タイヤイナーシャ
Tire_RRC	105	–	転がり抵抗係数
Brk_Hikizuri_Brake_Trq	0.8	Nm	引きずりトルク
Df_Ratio	7.06	–	ギア比
Df_Inertia_Df	0.0371	kgm ²	デフイナーシャ
Load_Equation_GTL	1	–	物理式、ロードロード式 判定フラグ[*1]

[*1] 車両負荷を物理式算出、またはロードロード式算出のどちらかに切り替える。

物理式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を1にする。

ロードロード式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を0にする。

5.2.2.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.3. [B20C : VCU_CNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 VCU_CNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.3.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

車両 ECU モデル

- モデル化の範囲・抽象度

目標アクセル率をもとに、モータ出力率を算出。

- モデル化した機能

- ①目標アクセル率により、目標モータ出力率を算出する機能。
- ②負荷抵抗により、消費電流を算出する機能。

Δ 1

Δ 1

5.2.3.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

Δ 1

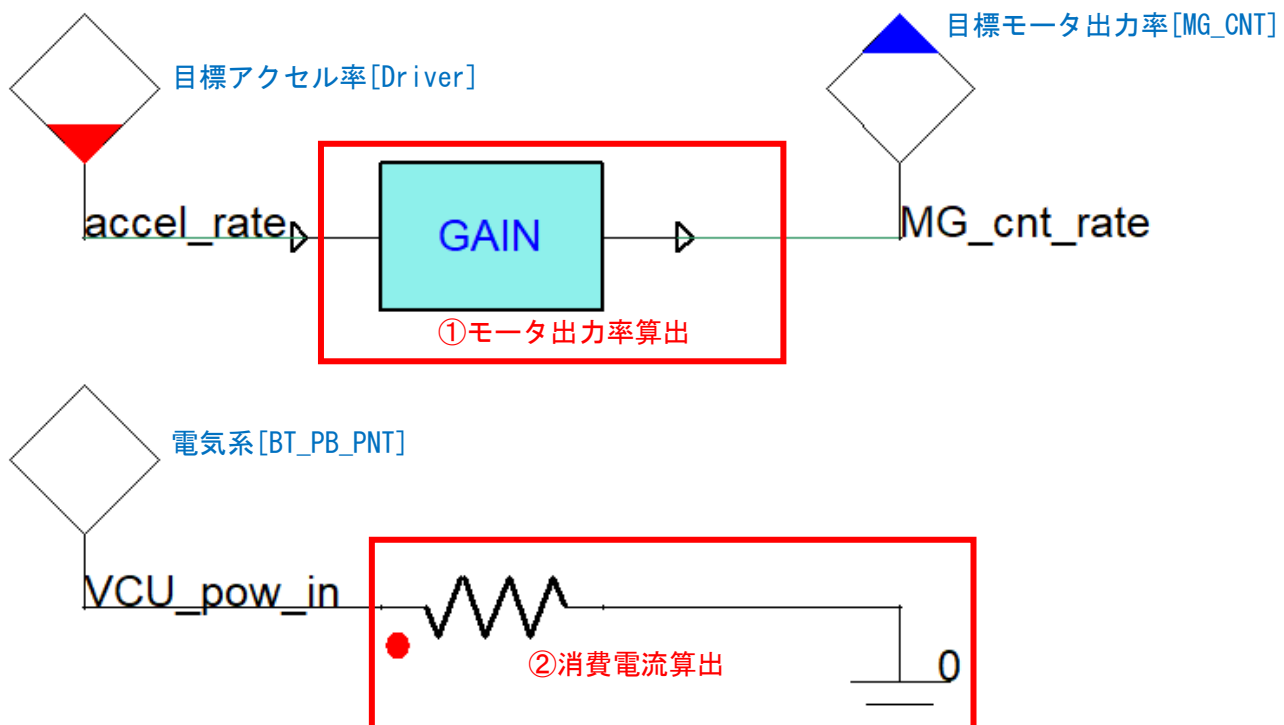
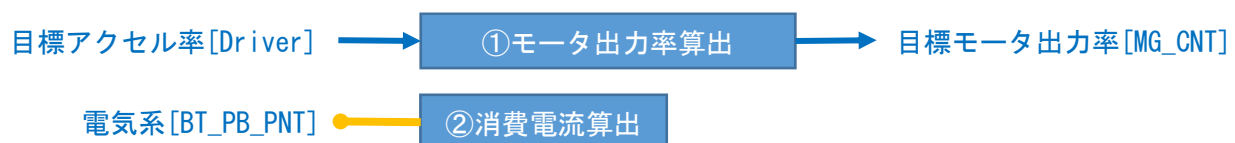


図 5.2.3.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 VCU_CNT システム



Δ 1

図 5.2.3.2-2. ブロック図：第 2 階層 VCU_CNT システム

5.2.3.3. 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
accel_rate	-	[0 : 10000]	目標アクセル率
出力			
名称	単位	範囲	説明
MG_cnt_rate	-	-	目標モータ出力率

Δ1

Δ1

5.2.3.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
VCU_pow_in	電気系	電圧[V]	電流[A]	BT_PB_PNT

5.2.3.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.2.3.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.4. [B30C : BK_CNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 BK_CNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.4.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

ブレーキ ECU モデル

●モデル化の範囲・抽象度

目標ブレーキ出力率をもとに、モータトルク（回生ブレーキ分）とブレーキトルクを算出。

●モデル化した機能

- ①目標ブレーキ出力率により、モータトルク（回生ブレーキ分）を算出する機能。
- ②目標ブレーキ出力率により、目標ブレーキトルクを算出する機能。
- ③負荷抵抗により、消費電流を算出する機能。

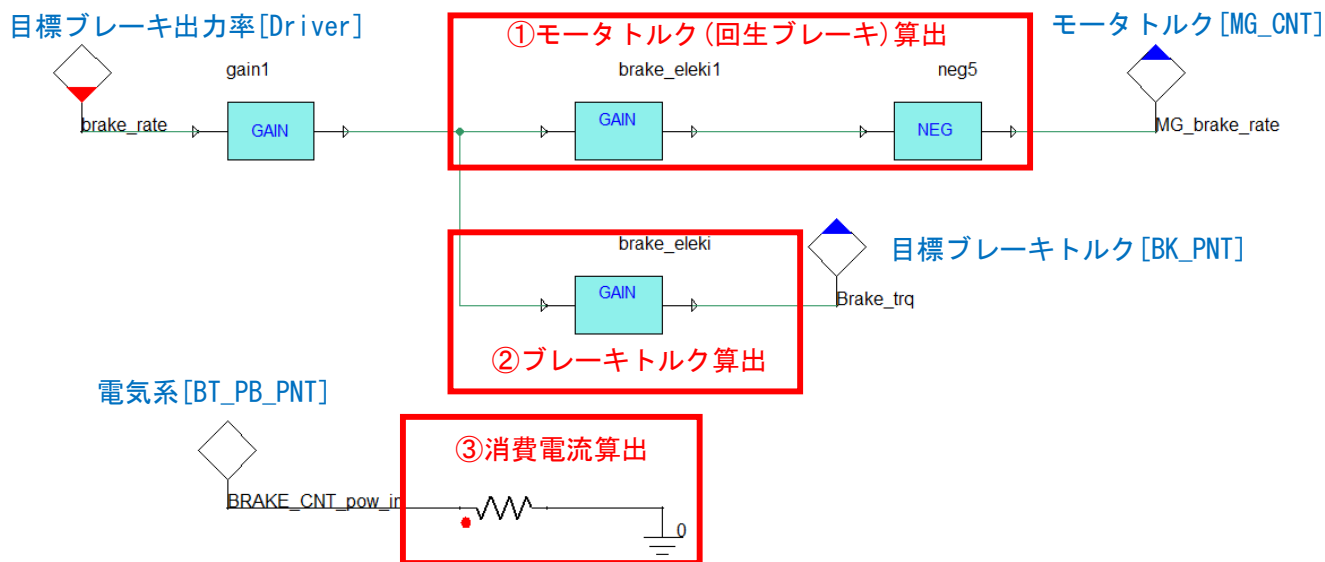
Δ 1

Δ 1

Δ 1

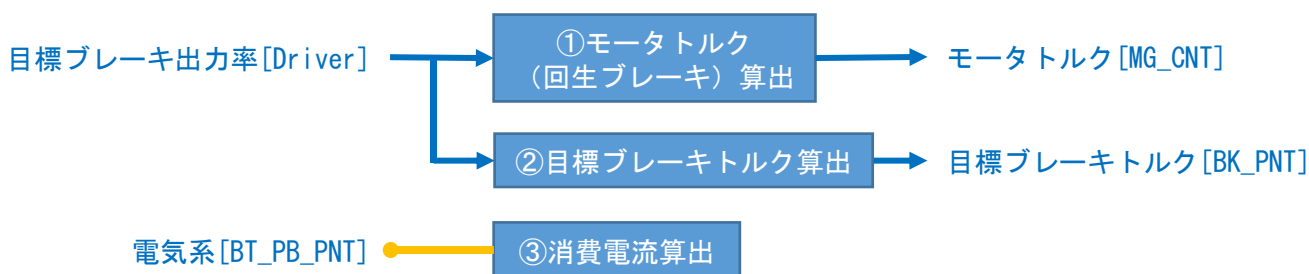
5.2.4.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。



Δ 1

図 5.2.4.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 BK_CNT システム



Δ 1

図 5.2.4.2-1. ブロック図：第2階層 BK_CNT システム

5.2.4.3. 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
brake_rate	-	[0 : 100000]	目標ブレーキ出力率
出力			
名称	単位	範囲	説明
MG_brake_rate	Nm	-	モータトルク（回生ブレーキ分）
Brake_trq	Nm	-	目標ブレーキトルク

Δ1

5.2.4.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルーを示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
VCU_pow_in	電気系	電圧[V]	電流[A]	BT_PB_PNT

5.2.4.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.2.4.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.5. [B40C : MG_CNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 MG_CNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.5.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

モータジェネレータ ECU モデル

- モデル化の範囲・抽象度

目標モータ出力率とモータトルク（回生ブレーキ分）をもとに、モータトルクを算出。

- モデル化した機能

- ①目標モータ出力率とモータトルク（回生ブレーキ分）により、モータトルクを算出する機能。
- ②負荷抵抗により、消費電流を算出する機能。

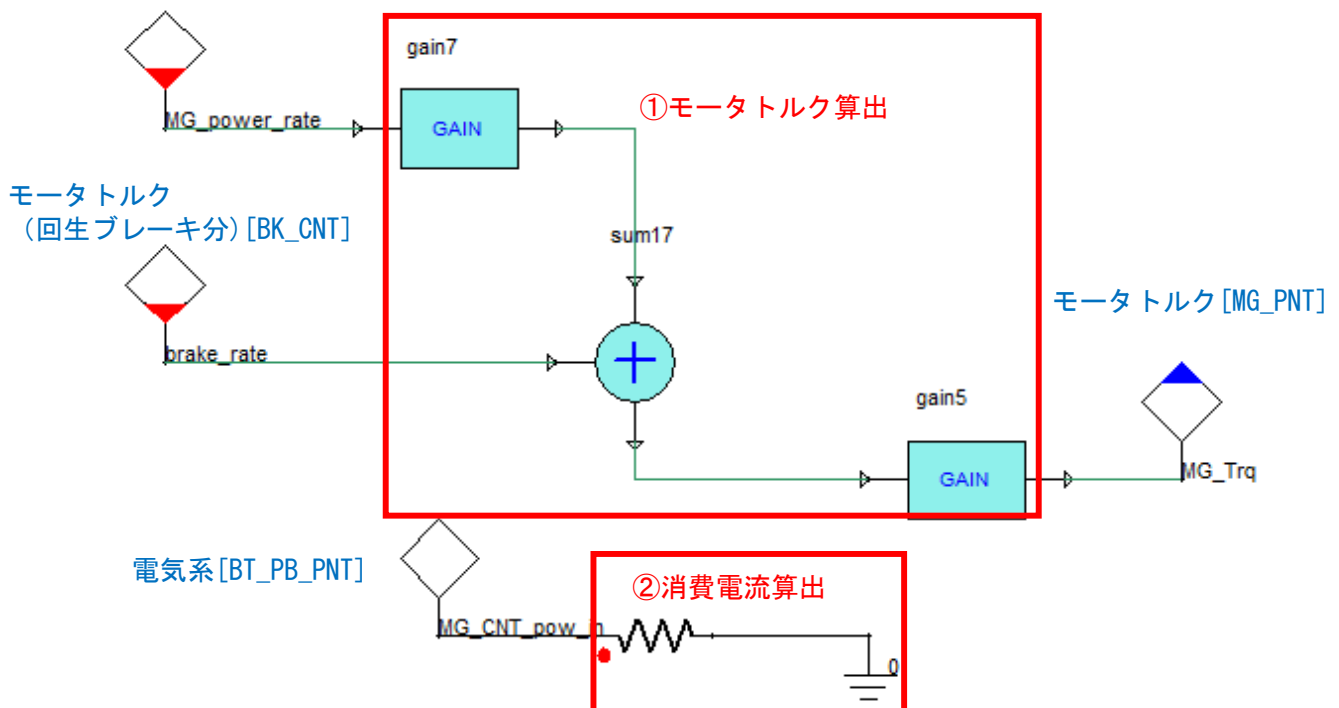
Δ 1

Δ 1

5.2.5.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

目標モータ出力率[VCU_CNT]



Δ 1

図 5.2.5.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 MG_CNT システム

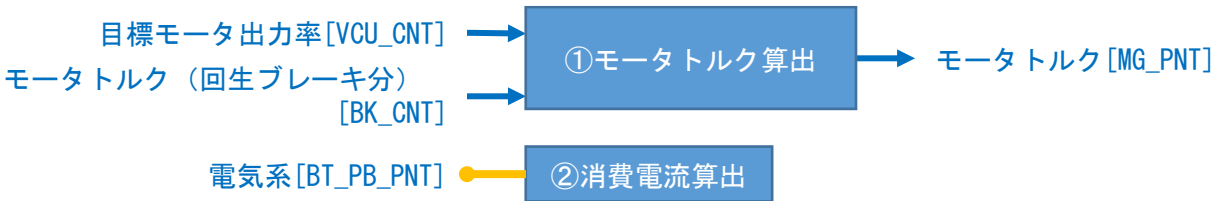


図 5.2.5.2-2. ブロック図：第2階層 MG_CNT システム

5.2.5.3. 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
MG_power_rate	-	-	目標モータ出力率
brake_rate	Nm	-	モータトルク (回生ブレーキ分)
出力			
名称	単位	範囲	説明
MG_Trq	Nm	-	モータトルク

5.2.5.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルーを示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
MG_CNT_pow_in	電気系	電圧 [V]	電流 [A]	BT_PB_PNT

5.2.5.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.2.5.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.6. [B10P : DF_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 DF_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.6.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

デファレンシャルギアのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

ギア比とデフイナーシャをもとに、パワートレイン、車両への角速度とトルクを算出。

- モデル化した機能

①ギア比とデフイナーシャにより、角速度とトルクを算出する機能。

5.2.6.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

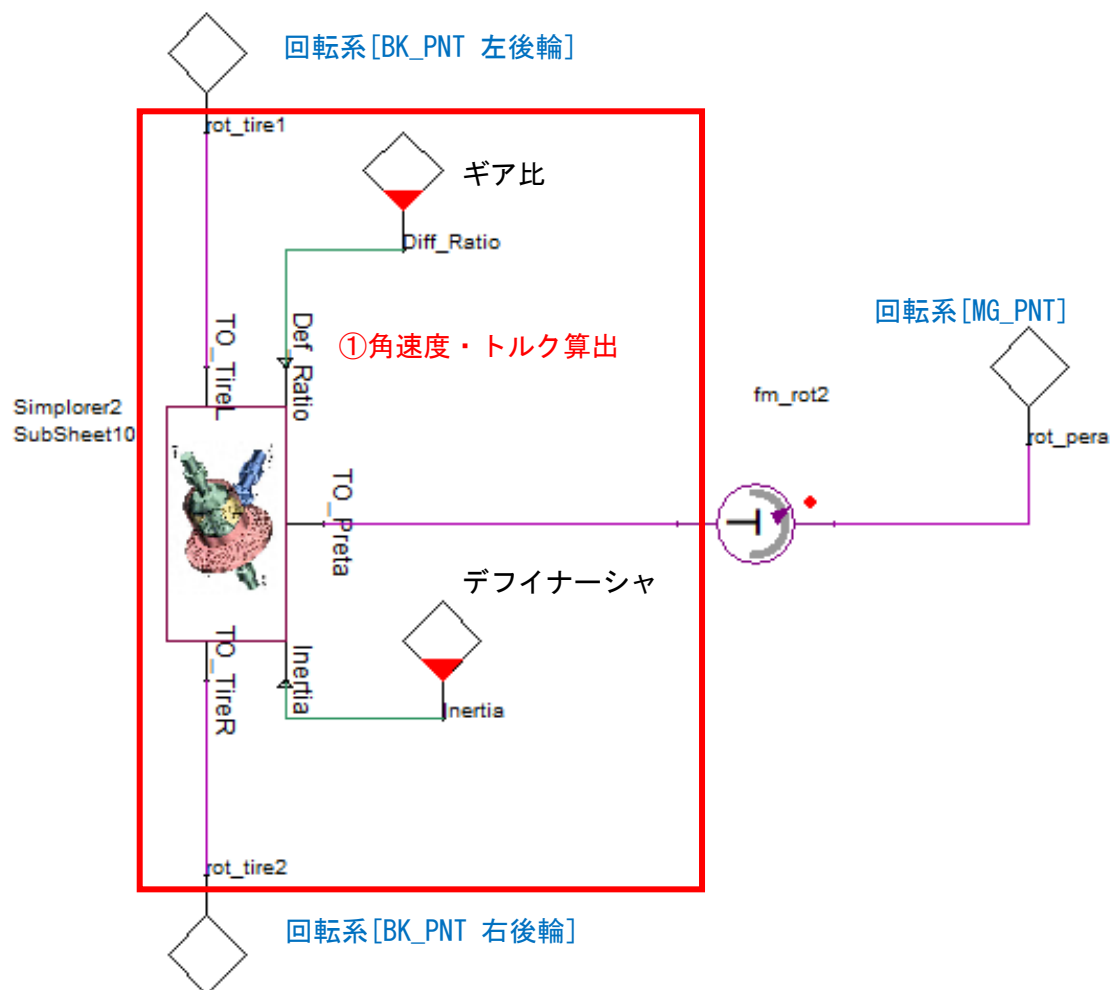


図 5.2.6.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 DF_PNT システム

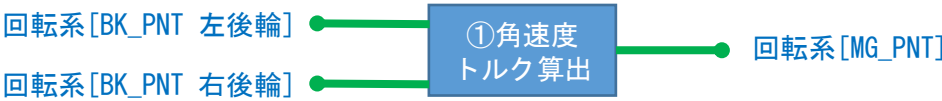


図 5.2.6.2-2. ブロック図：第2階層 DF_PNT システム

5.2.6.3. 入出力仕様

本システムの入出力はなし。

5.2.6.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
rot_pera	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	MG_PNT
rot_tire1	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	BK_PNT (左後輪)
rot_tire2	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	BK_PNT (右後輪)

5.2.6.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
Diff_Ratio	7.06	-	ギア比
Inertia	0.0371	kgm2	デフイナーシャ

5.2.6.6. その他の情報

本システムのおの他の情報はなし。

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

5.2.7. [B20P-B23P : BK_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 BK_PNT システムの機能仕様を記述する。

同一モデルが前輪後輪左右に4つある。

5.2.7.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

ブレーキのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

目標ブレーキトルクをもとに、デファレンシャルギア、タイヤへの角速度とトルクを算出。

- モデル化した機能

①目標ブレーキトルクにより、角速度とトルクを算出する機能。

②物理式、ロードロード式切り替えフラグに応じた引きずり抵抗を算出する機能。

5.2.7.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

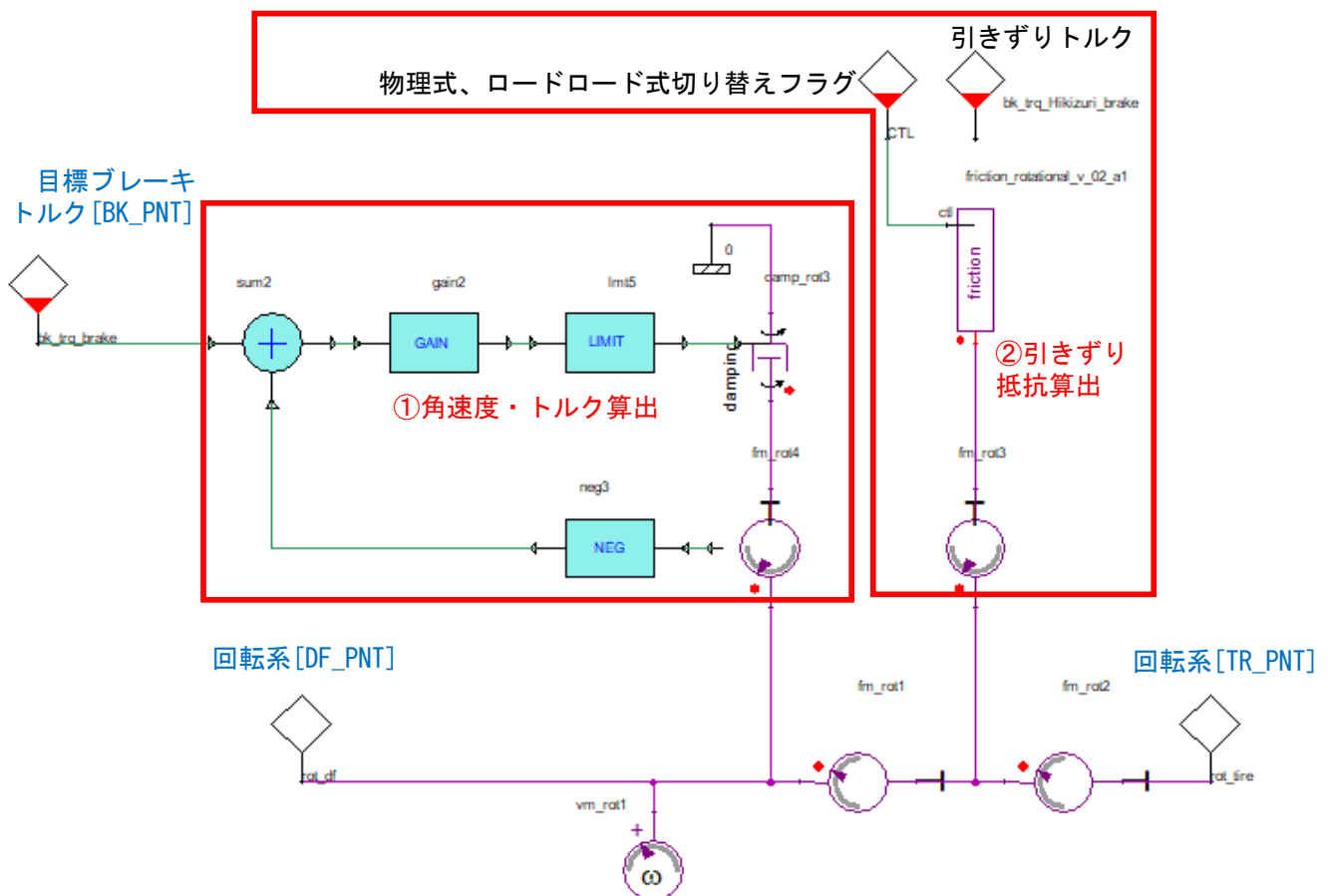
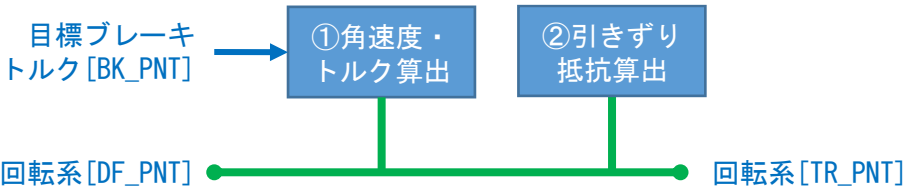


図 5.2.7.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 BK_PNT システム



Δ1

図 5.2.7.2-2. ブロック図：第2階層 BK_PNT システム

5.2.7.3. 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
bk_trq_brake	Nm	-	目標ブレーキトルク
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.2.7.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
rot_tire	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	TR_PNT
rot_df	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	DF_PNT

Δ1

Δ1

5.2.7.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

B20P-B23P: BK_PNT			
変数名	設定値	単位	説明
bk_trq_Hikizuri_brake	0.8	Nm	引きずりトルク
CTL	1	-	物理式、ロードロード式切り替えフラグ[*1]

[*1] 車両負荷を物理式算出、またはロードロード式算出のどちらかに切り替える。

物理式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を1にする。

ロードロード式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を0

にする。

5.2.7.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.8. [B30P-B33P : TR_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 TR_PNT システムの機能仕様を記述する。

同一モデルが前輪後輪左右に4つある。

5.2.8.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

タイヤのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

タイヤ半径、角速度、トルクをもとに、回転運動から車両への並進運動を算出。

- モデル化した機能

- ①タイヤの半径により、タイヤの回転運動を並進運動へ変換する機能。
- ②物理式、ロードロード式切り替えフラグに応じた転がり抵抗を算出する機能。

5.2.8.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

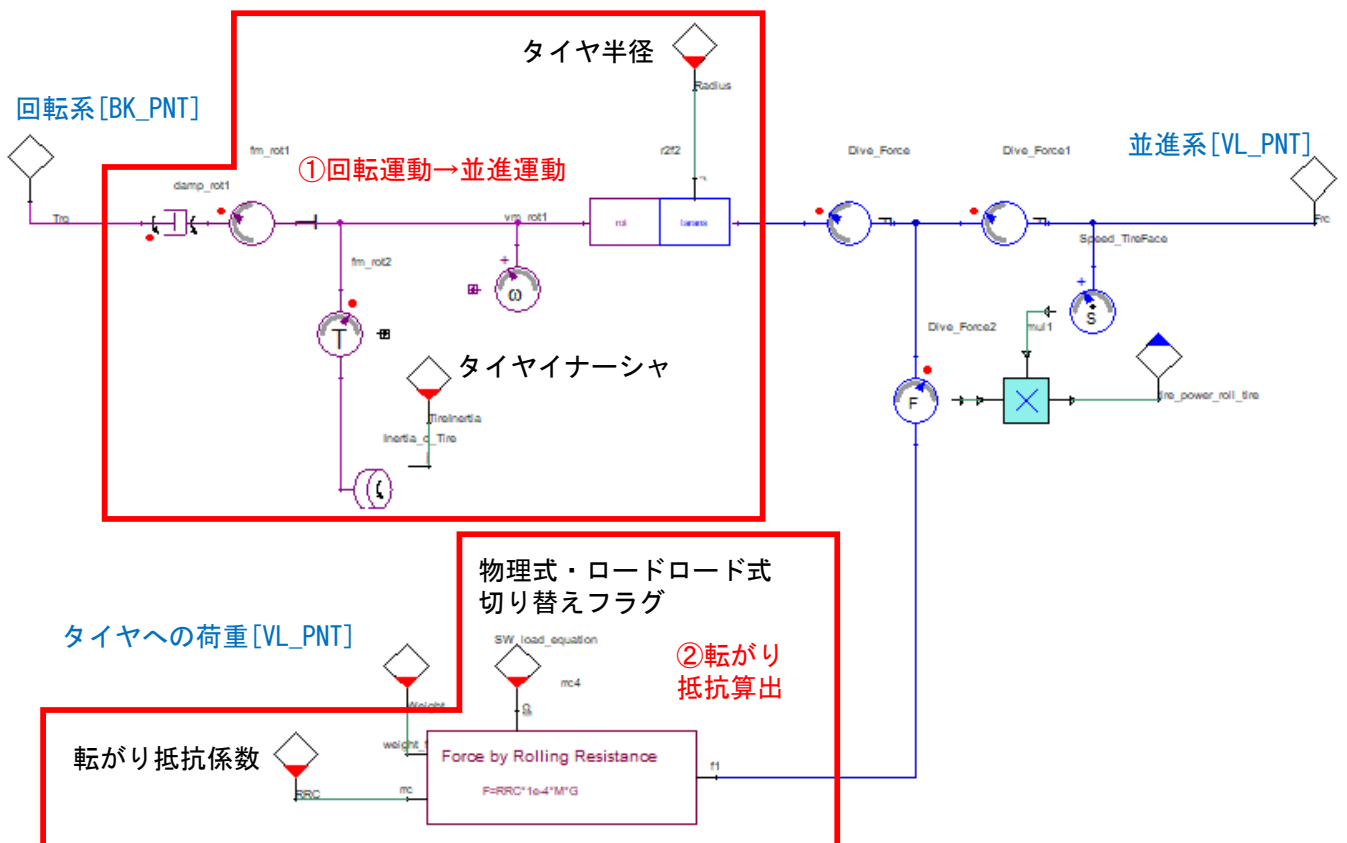


図 5.2.8.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 TR_PNT システム

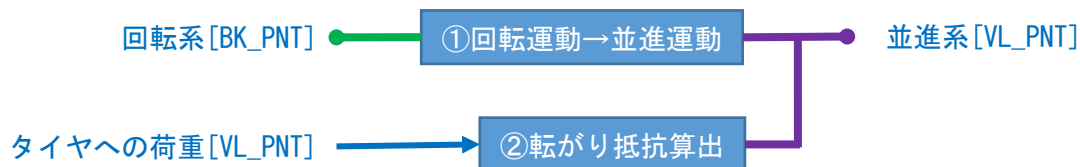


図 5.2.8.2-2. ブロック図：第2階層 TR_PNT システム

5.2.8.3. 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
Weight	N	-	タイヤへの荷重
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.2.8.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Trq	回転系	角速度[rad/s]	トルク[Nm]	BK_PNT
Frc	並進系	速度[m/s]	力[N]	VL_PNT

5.2.8.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

B30P-B33P: TR_PNT			
変数名	設定値	単位	説明
TireInertia	3.3	kgm2	タイヤイナーシャ
SW_load_equation	1	-	物理式、ロードロード式判定フラグ[*1]
RRC	105	-	転がり抵抗係数
Radius	0.275	m	タイヤ半径

[*1] 車両負荷を物理式算出、またはロードロード式算出のどちらかに切り替える。

物理式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を1にする。

ロードロード式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を0にする。

5.2.8.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.9. [B40P : VL_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 VL_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.9.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

車両運動のモデル

●モデル化の範囲・抽象度

車両重量、並進運動、傾斜角度をもとに、車両速度と各タイヤへの荷重を算出。

●モデル化した機能

- ①車両重量と傾斜角度により、各タイヤへの荷重を算出する機能。
- ②各タイヤの並進運動により、車両速度を算出する機能。
- ③物理式ベースの走行抵抗を算出する機能。
- ④ロードロード式ベースの走行抵抗を算出する機能。

5.2.9.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

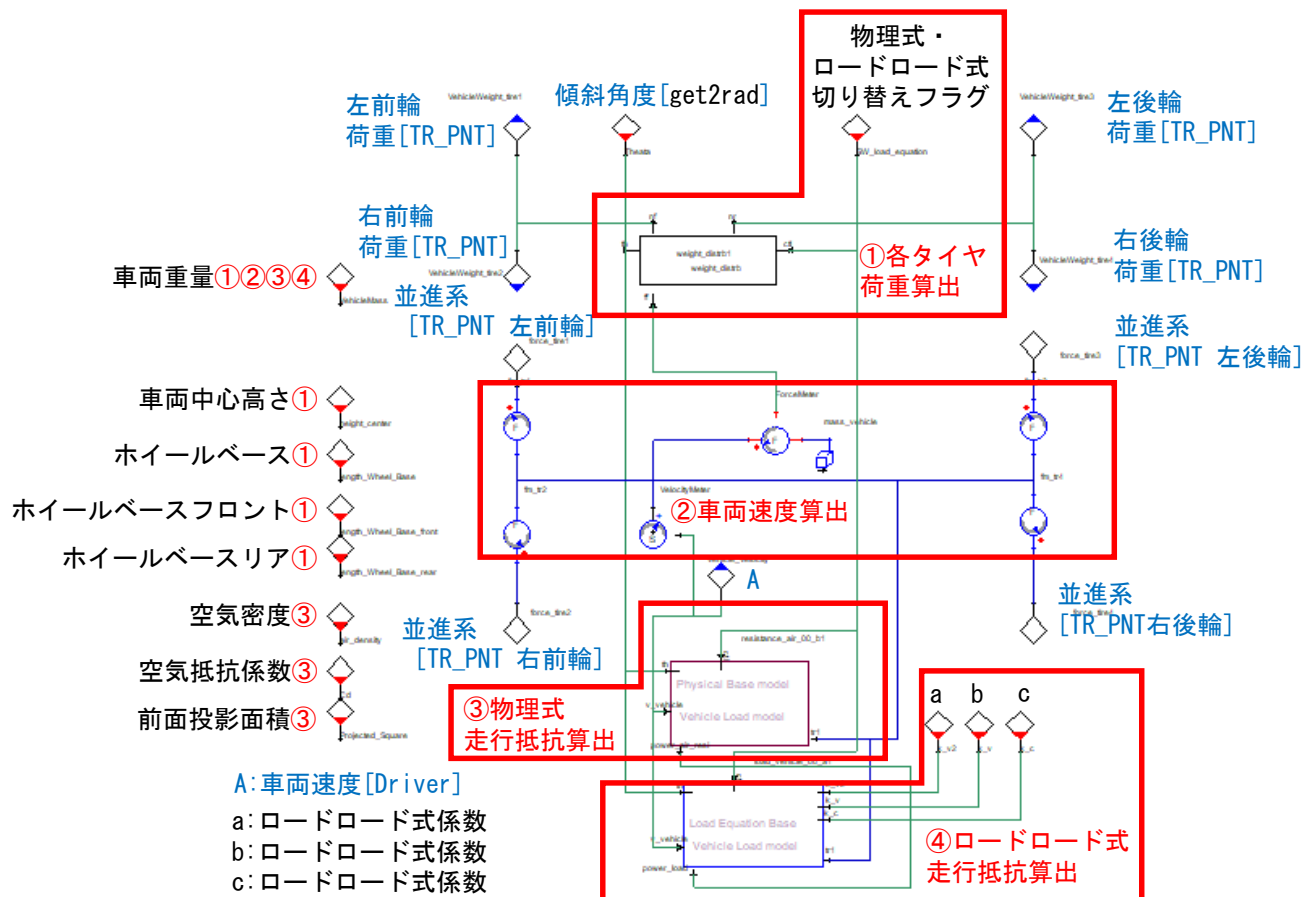
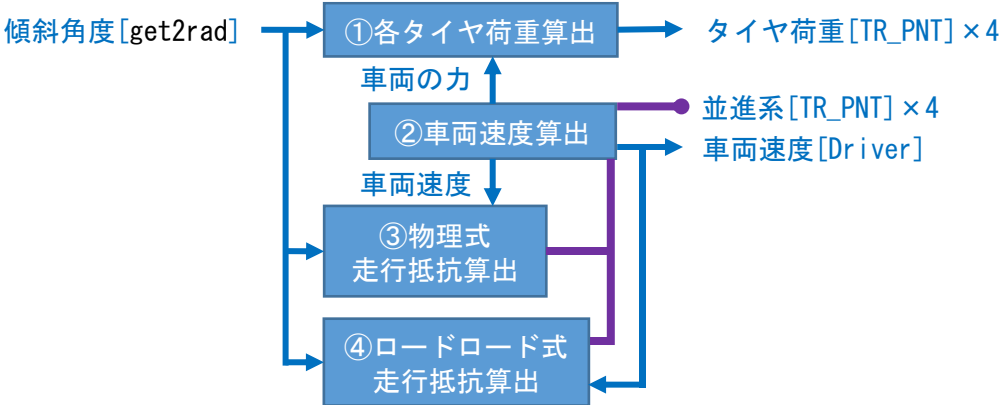


図 5.2.9.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 VL_PNT システム



△1

図 5.2.9.2-2. ブロック図：第2階層 VL_PNT システム

5.2.9.3. 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
Theata	rad	-	傾斜角度
出力			
名称	単位	範囲	説明
VehicleWeight_tire1	N	-	左前輪の荷重
VehicleWeight_tire2	N	-	右前輪の荷重
VehicleWeight_tire3	N	-	左後輪の荷重
VehicleWeight_tire4	N	-	右後輪の荷重
Vehicle_Velocity	m/s	-	車両速度

5.2.9.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
force_tire1	並進系	速度[m/s]	力[N]	TR_PNT (左前輪)
force_tire2	並進系	速度[m/s]	力[N]	TR_PNT (右前輪)
force_tire3	並進系	速度[m/s]	力[N]	TR_PNT (左後輪)
force_tire4	並進系	速度[m/s]	力[N]	TR_PNT (右後輪)

△1

△1

△1

△1

5.2.9.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
Vehicle_Mass	1250	kg	車両重量
height_center	0.5	m	車両中心高さ
length_Wheel_Base	2.5	m	ホイールベース
length_Wheel_Base_front	1.25	m	ホイールベースフロント
length_Wheel_Base_rear	1.25	m	ホイールベースリア
air_density	1.2	kg/m3	空気密度
Cd	0.28	-	空気抵抗係数
Projected_Square	2.11	m2	前面投影面積
SW_load_equation	1	-	物理式、ロードロード式 判定フラグ[*1]
k_v2	0.03838	-	ロードロード式係数
k_v	-0.4241	-	ロードロード式係数
k_c	-125.9	-	ロードロード式係数

[*1] 車両負荷を物理式算出、またはロードロード式算出のどちらかに切り替える。

物理式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を1にする。

ロードロード式算出時はブレーキモデル、タイヤモデル、車両負荷モデルの本パラメータの設定値を0にする。

5.2.9.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.10. [B50P : MG_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 MG_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.10.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

モータジェネレータのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

目標モータトルクをもとに、角速度とトルクを算出。

- モデル化した機能

- ①目標モータトルクにより、モータの角速度とトルクを算出する機能。
- ②目標モータトルクにより、モータの電流と電圧を算出する機能。

5.2.10.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

目標モータトルク [MG_CNT]

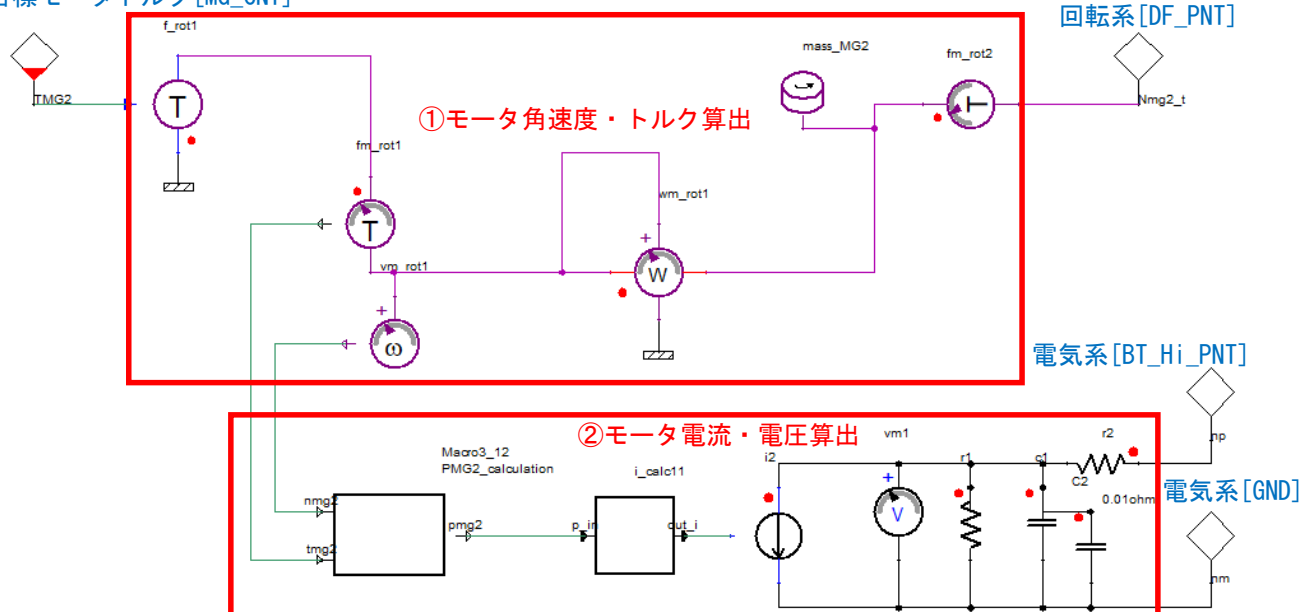


図 5.2.10.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 MG_PNT システム

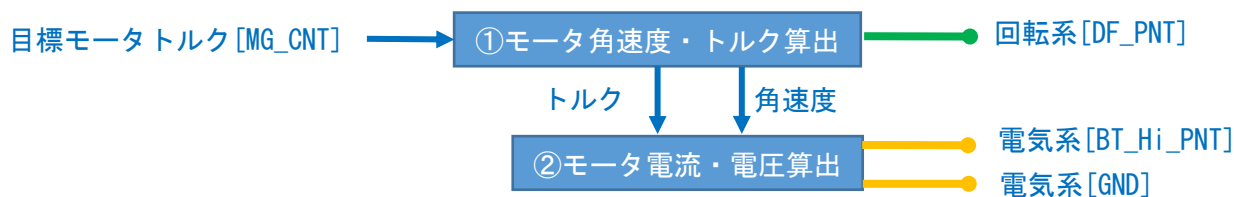


図 5.2.10.2-2. ブロック図：第2階層 MG_PNT システム

5.2.10.3. 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
TMG2	Nm	[-150 : 150]	目標モータトルク
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.2.10.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Nmg2_t	回転系	角速度 [rad/s]	トルク [Nm]	DF_PNT
np	電気系	電圧 [V]	電流 [A]	BT_Hi_PNT
nm	電気系	電圧 [V]	電流 [A]	GND

Δ 1

5.2.10.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.2.10.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.11. [B60P : BT_Hi_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 BT_Hi_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.11.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

高圧バッテリーのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

高圧バッテリー電流をもとに、SOC に応じた OCV と端子電圧と高圧バッテリー温度を算出。

- モデル化した機能

- ①高圧バッテリー電流により、SOC を算出する機能。
- ②内部抵抗による電圧降下と OCV により、高圧バッテリー電圧を算出する機能。
- ③内部抵抗による熱流量により、バッテリー温度を算出する機能。

5.2.11.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

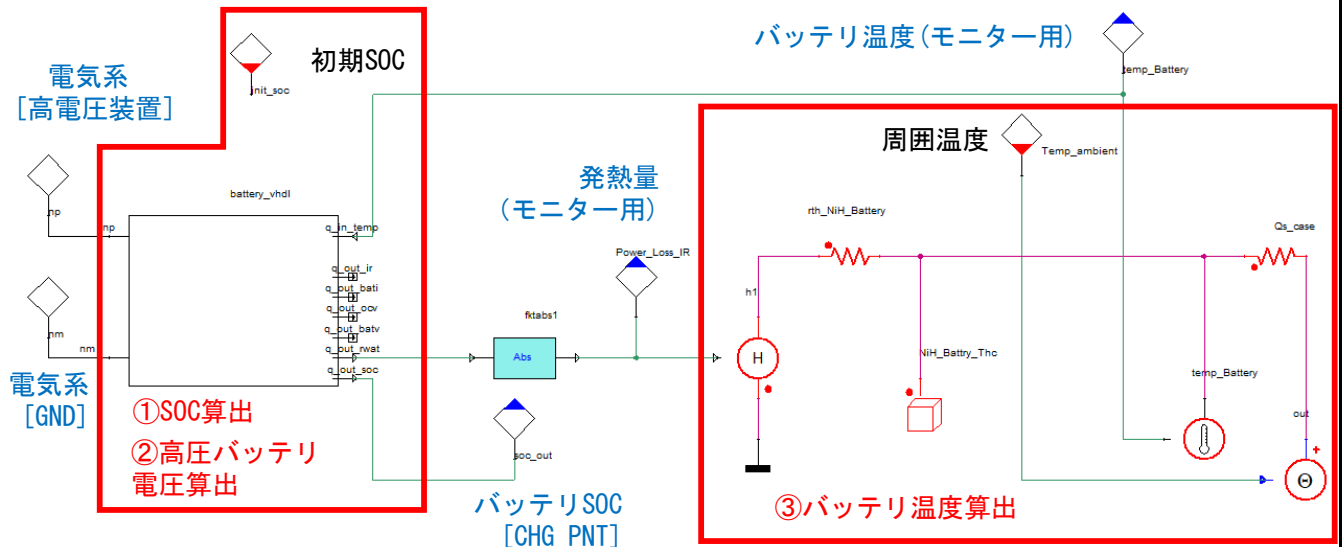


図 5.2.11.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 BT_Hi_PNT システム

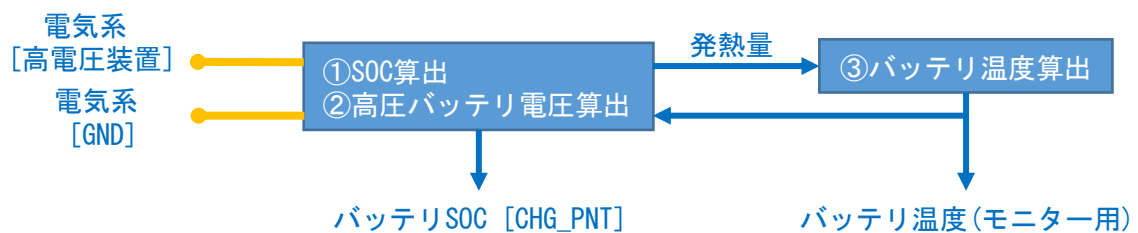


図 5.2.11.2-2. ブロック図：第2階層 BT_Hi_PNT システム

5.2.11.3. 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
なし	なし	なし	なし
出力			
名称	単位	範囲	説明
soc_out	-	-	バッテリー SOC
temp_Battery	K	-	バッテリー温度

5.2.11.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
np	電気系	電圧[V]	電流[A]	高電圧装置
nm	電気系	電圧[V]	電流[A]	GND

5.2.11.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
init_soc	50	%	初期 SOC
Temp_ambient	273.16+25.0	K	周囲温度

5.2.11.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.12. [B70P : DCDC_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 DCDC_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.12.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

DCDC コンバータのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

昇圧、降圧切り替えをもとに、直流-直流昇圧と直流-直流降圧を算出。

- モデル化した機能

- ①昇圧、降圧切り替えにより、直流降圧を算出する機能。
- ②昇圧、降圧切り替えにより、直流昇圧を算出する機能。

5.2.12.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

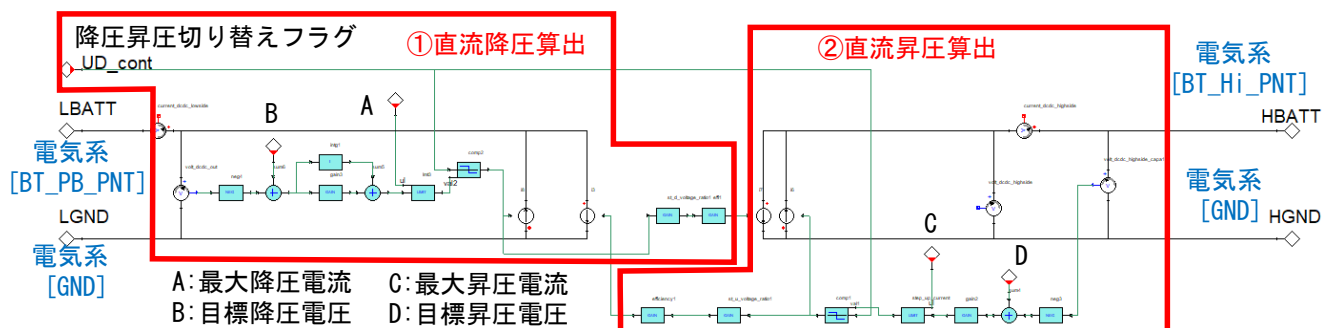


図 5.2.12.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 DCDC_PNT システム

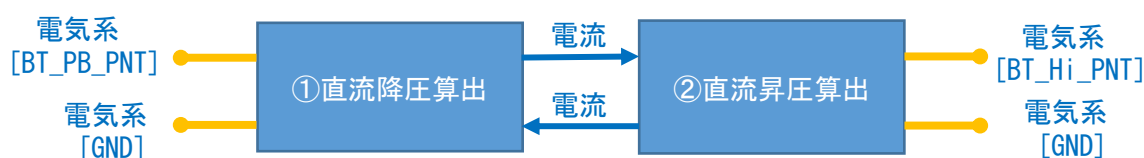


図 5.2.12.2-2. ブロック図：第2階層 DCDC_PNT システム

5.2.12.3. 入出力仕様

本システムの入出力はなし。

5.2.12.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
HBATT	電気系	電圧[V]	電流[A]	BT_Hi_PNT
HGND	電気系	電圧[V]	電流[A]	GND
LBATT	電気系	電圧[V]	電流[A]	BT_PB_PNT
LGND	電気系	電圧[V]	電流[A]	GND

5.2.12.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
UD_cont	1	-	降圧、昇圧切り替えフラグ[*1] (降圧:1 昇圧:0)
tgt_volt_L_dcdc	12.8	V	目標降圧電圧
tgt_volt_H_dcdc	260	V	目標昇圧電圧
current_dcdc_12Vout_max	100	A	最大降圧電流
current_dcdc_250Vout_max	0.1	A	最大昇圧電流

[*1] 本システムでは降圧を使用する。

5.2.12.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.13. [B80P : BT_PB_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 BT_PB_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.13.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

低圧バッテリーのモデル

- モデル化の範囲・抽象度

低圧バッテリー電流をもとに、SOC に応じた端子電圧を算出。

- モデル化した機能

低圧バッテリーの電流により、SOC に応じた端子電圧を算出する機能。

5.2.13.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

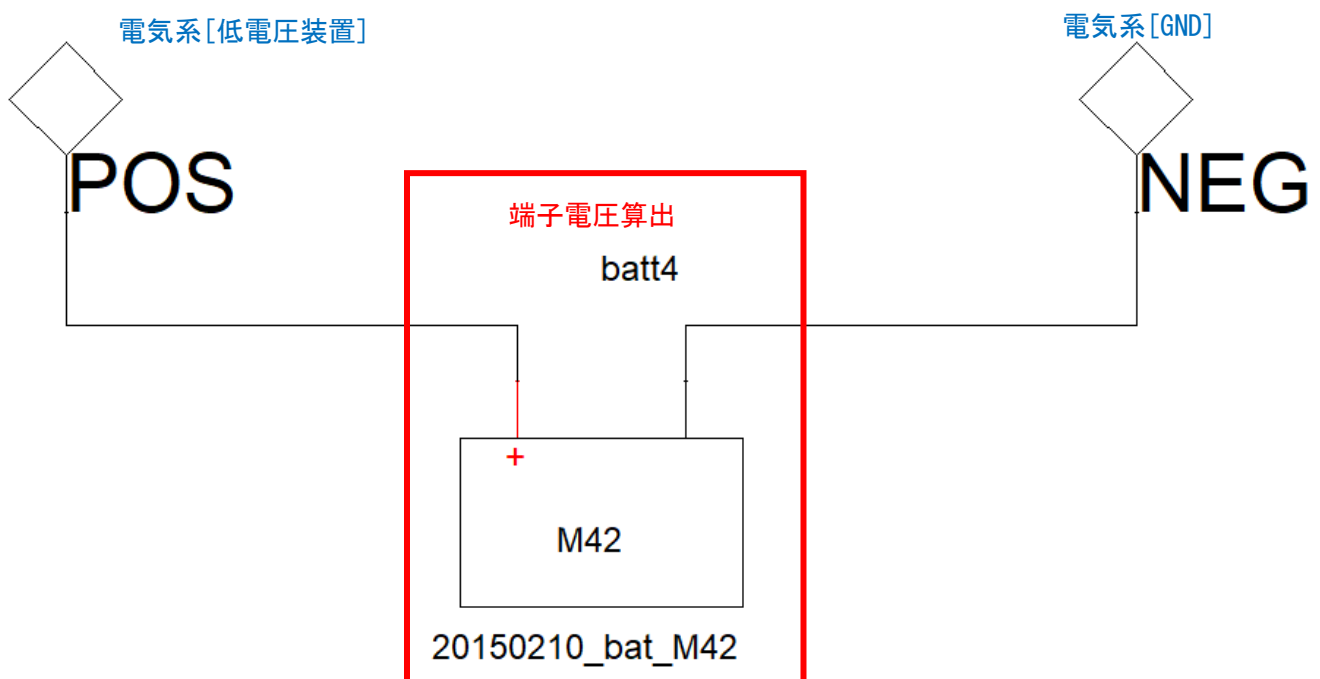


図 5.2.13.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 BT_PB_PNT システム



図 5.2.13.2-2. ブロック図：第 2 階層 BT_PB_PNT システム

5.2.13.3. 入出力仕様

本システムの入出力はなし。

5.2.13.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
POS	電気系	電圧[V]	電流[A]	低電圧装置
NEG	電気系	電圧[V]	電流[A]	GND

5.2.13.5. パラメータ仕様

本システムのパラメータはなし。

5.2.13.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.2.14. [B90P : CHG_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 CHG_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.2.14.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象
外部充電器のモデル
- モデル化の範囲・抽象度
高圧バッテリーの SOC をもとに、充電電流を算出。
- モデル化した機能
高圧バッテリーの SOC により、充電電流を算出する機能。

5.2.14.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

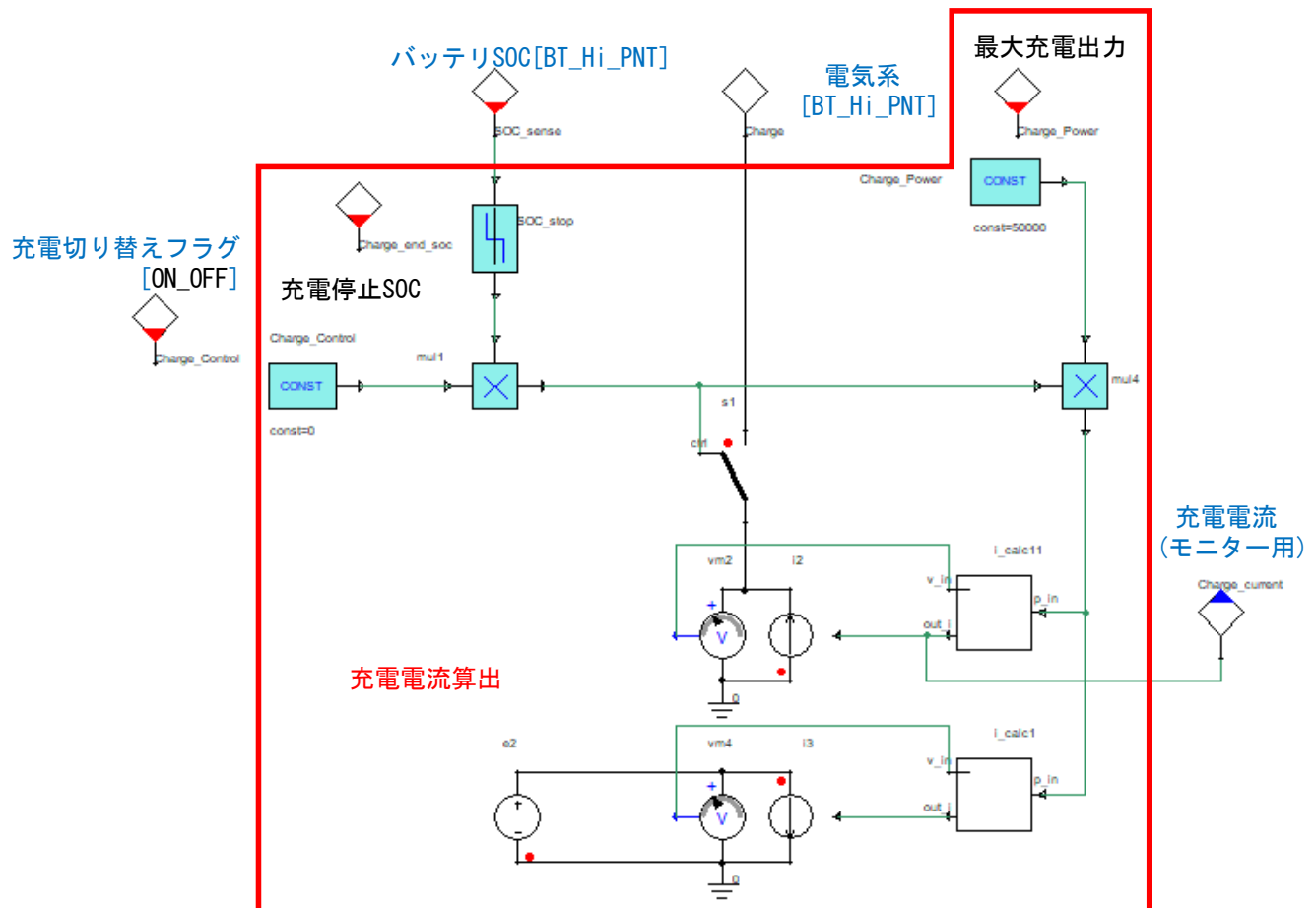


図 5.2.14.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 CHG_PNT システム



△1

図 5.2.14.2-2. ブロック図：第2階層 CHG_PNT システム

5.2.14.3. 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
SOC_sense	-	-	バッテリー SOC
Charge_Control	-	[0 : 1]	充電切り替えフラグ (充電 ON:1 充電 OFF:0)
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.2.14.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Charge	電気系	電圧[V]	電流[A]	BT_Hi_PNT

5.2.14.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータを反映する。

変数名	設定値	単位	説明
Charge_end_soc	0.95	-	充電停止 SOC
Charge_Power	50	kW	最大充電出力

5.2.14.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.3. [C : Air_Conditioner]システムの機能仕様

5.3.1. [C : Air_Conditioner]システムの第1階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデルの第1階層のAir_Conditionerシステムの機能仕様を記述する。

5.3.1.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

外気温、日射状態[*1]、外部熱流量を読み取り、目標温度になるようにエアコン出力を制御してキャビン内温度を算出する。

[*1] 日射状態とは、太陽から直接到達する直達日射、大気によって散乱・反射して天空の全方向から到達する天空日射、建物や地面を反射して到達する地面反射、雲による拡散された日射による影響を指す。日射状態は5.3.4.5.のパラメータ仕様に依存する。



図 5.3.1.1. 日射状態

5.3.1.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

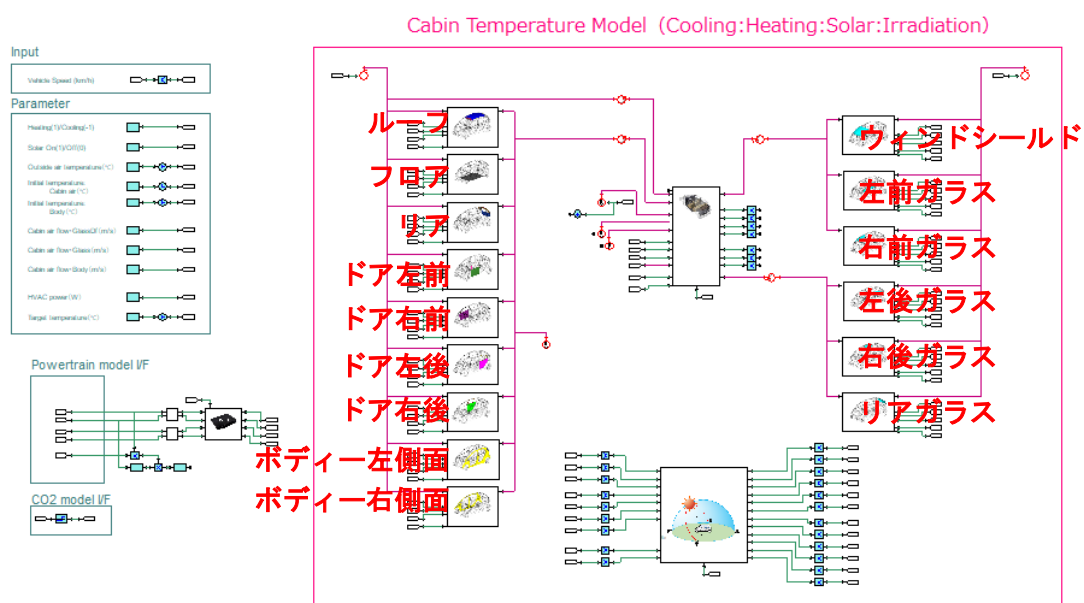


図 5.3.1.2. 第1階層 Air_Conditioner システムの構造

5.3.1.3. 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
Crew_Heat	W	－	乗員発熱量
Recirculated_Rate	－	－	循環効率
Cabin_Outer_Speed_kmh	km/h	－	車両速度
HV_voltage	V	－	高電圧
Pb_Voltage	V	－	ブロー電圧
出力			
名称	単位	範囲	説明
current_blower	A	－	ブロー電流
Current_aircon	A	－	エアコン電流

Δ1

Δ1

Δ1

5.3.1.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Crew_Heat	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	CREW_PNT

Δ1

5.3.1.5. パラメータ仕様

5.3.1.5.1. 第1階層 Air_Conditioner システムのパラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定値	単位	説明
CNTL_AC_CoolHeat	1	－	冷暖房切り替え(冷房:-1 暖房:1)
Solar_OnOff	0	－	日射・照射演算機能切り替え(ON:1 OFF:0)
temp_initial	25	℃	外気温度
temp_initial_CabinAir	25	℃	初期温度・キャビン内
temp_initial_Body	25	℃	初期温度・ボディー
Def_Air_V_mps	0.5	m/s	室内空気流速・ガラスのデフロスターあり
RR_Air_V_mps	0.5	m/s	室内空気流速・ガラスのデフロスターなし
Room_Air_V_mps	0.5	m/s	室内空気流速・ボディー
HVAC_Power_W	4000	W	最大空調パワー
temp_target	25	℃	目標温度

5.3.1.5.2. 第1階層 Air_Conditioner システムのサブシステムのパラメータ仕様

以下に第1階層 Air_Conditioner システムのサブシステムのパラメータ仕様を示す。

C30P: ルーフ			
変数名	設定値	単位	説明
Body Area	1.666	m ²	面積
Body Weight	13.4	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	3	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C31P: フロア			
Body Area	5.204	m ²	面積
Body Weight	95.24	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	3	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C32P: リア			
Body Area	1.1712	m ²	面積
Body Weight	14.278	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C33P: ドア左前			
Body Area	0.848	m ²	面積
Body Weight	6.8	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C34P: ドア右前			
Body Area	0.848	m ²	面積
Body Weight	6.8	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C35P: ドア左後			
Body Area	0.763	m ²	面積
Body Weight	6.1	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

Δ 1

C36P: ドア右後			
変数名	設定値	単位	説明
Body Area	0.769	m ²	面積
Body Weight	6.2	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C37P: ボディー左側面			
Body Area	2.525	m ²	面積
Body Weight	68.64	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	2	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C38P: ボディー右側面			
Body Area	2.525	m ²	面積
Body Weight	68.64	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	2	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C40P: ウィンドシールド			
Glass Area	1.137	m ²	面積
Glass Thickness	0.005	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C41P: 左前ガラス			
Glass Area	0.3803	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C42P: 右前ガラス			
Glass Area	0.3803	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

C43P: 左後ガラス			
変数名	設定値	単位	説明
Glass Area	0.2951	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C44P: 右後ガラス			
Glass Area	0.2951	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C45P: リアガラス			
Glass Area	0.5245	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度

Δ 1

Δ 1

Δ 1

5.3.1.6. その他の情報

本システムのその他の仕様はなし。

5.3.2. [C10C : HVAC_CNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 HVAC_CNT システムの機能仕様を記述する。

5.3.2.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

空調 ECU モデル

- モデル化の範囲・抽象度

冷暖房設定、目標温度をもとに、空調出力を算出。

- モデル化した機能

- ①目標温度と車内温度の差分により、PD 制御を行う機能。
- ②冷暖房の切り替えを行う機能。
- ③空調出力により、消費電流を算出する機能。

5.3.2.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

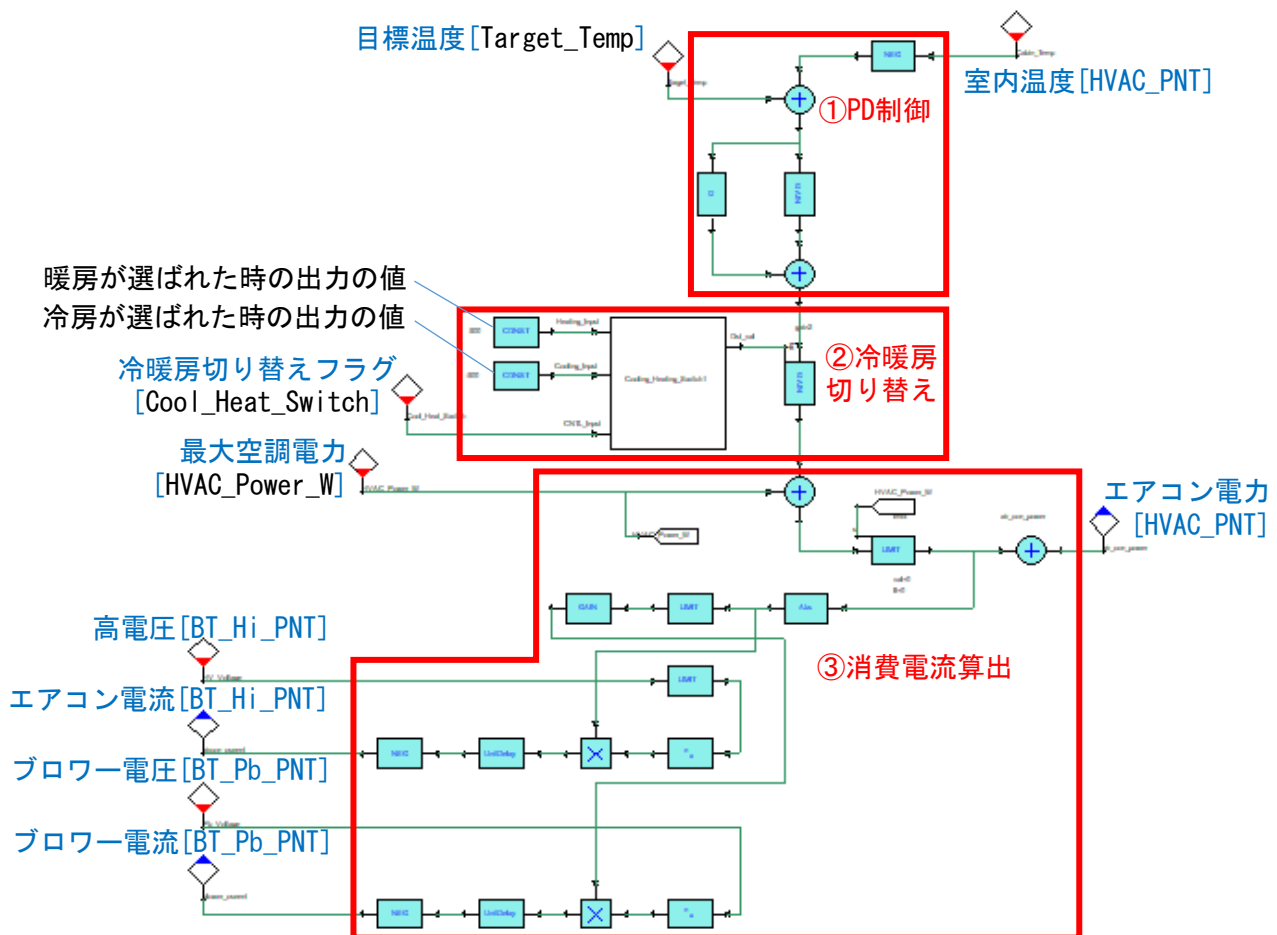


図 5.3.2.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 HVAC_CNT システム

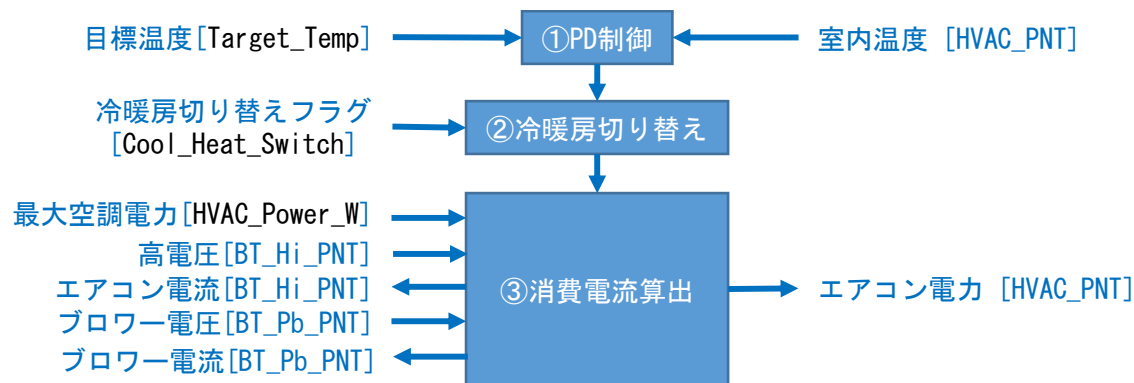


図 5.3.2.2-2. ブロック図：第2階層 HVAC_CNT システム

5.3.2.3. 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
Cool_Heat_Switch	-	[-1:1]	冷暖房切り替えフラグ(冷房=-1 暖房=1)
HVAC_Power_W	W	-	最大空調電力
Target_Temp	℃	-	目標温度
Cabin_Temp	℃	-	室内温度
HV_Voltage	V	-	高電圧
Pb_Voltage	V	-	ブローア電圧
出力			
名称	単位	範囲	説明
blower_current	A	-	ブローア電流
aircon_current	A	-	エアコン電流
air_con_power	W	-	エアコン電力

5.3.2.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.3.2.5. パラメータ仕様

以下に第2階層 HVAC_CNT システムのサブシステムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定値	単位	説明
Heating_Input	500	-	暖房が選ばれた時の出力の値
Cooling_Input	-500	-	冷房が選ばれた時の出力の値

5.3.2.6. その他の情報

本システムのおその他の情報はなし。

5.3.3. [C10P : HVAC_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 HVAC_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.3.3.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

HVAC システムモデル

●モデル化の範囲・抽象度

ボディーやガラスからの熱量、搭乗人数の熱量、冷暖房の熱量、デフロスターの有無をもとに、キャビン内の温度を算出。

●モデル化した機能

- ① ボディー、ガラス、搭乗人数、デフロスターの影響により、キャビン内の温度を算出する機能。
- ② 冷暖房切り替えとエアコンパワーにより、キャビン内へのエアコン熱量を算出する機能。
- ③ 冷暖房切り替えとキャビン内の気流搬送により、熱抵抗を算出する機能。
- ④ 冷暖房切り替えとデフロスターの影響により、熱抵抗を算出する機能。
- ⑤ 内気循環時、外気循環時により、外気との熱抵抗を算出する機能。

5.3.3.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

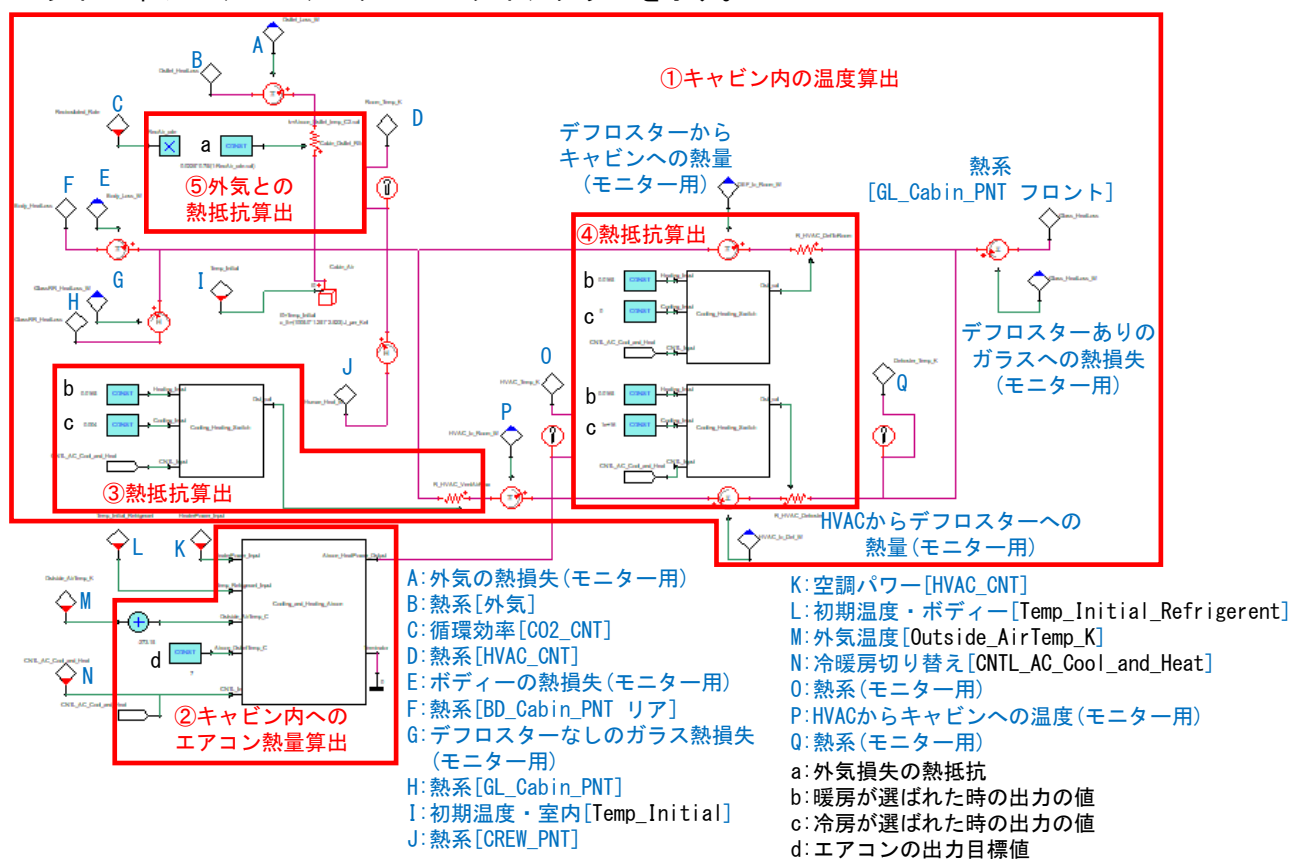


図 5.3.3.2-1. データフローダイアグラム : 第2階層 HVAC_PNT システム

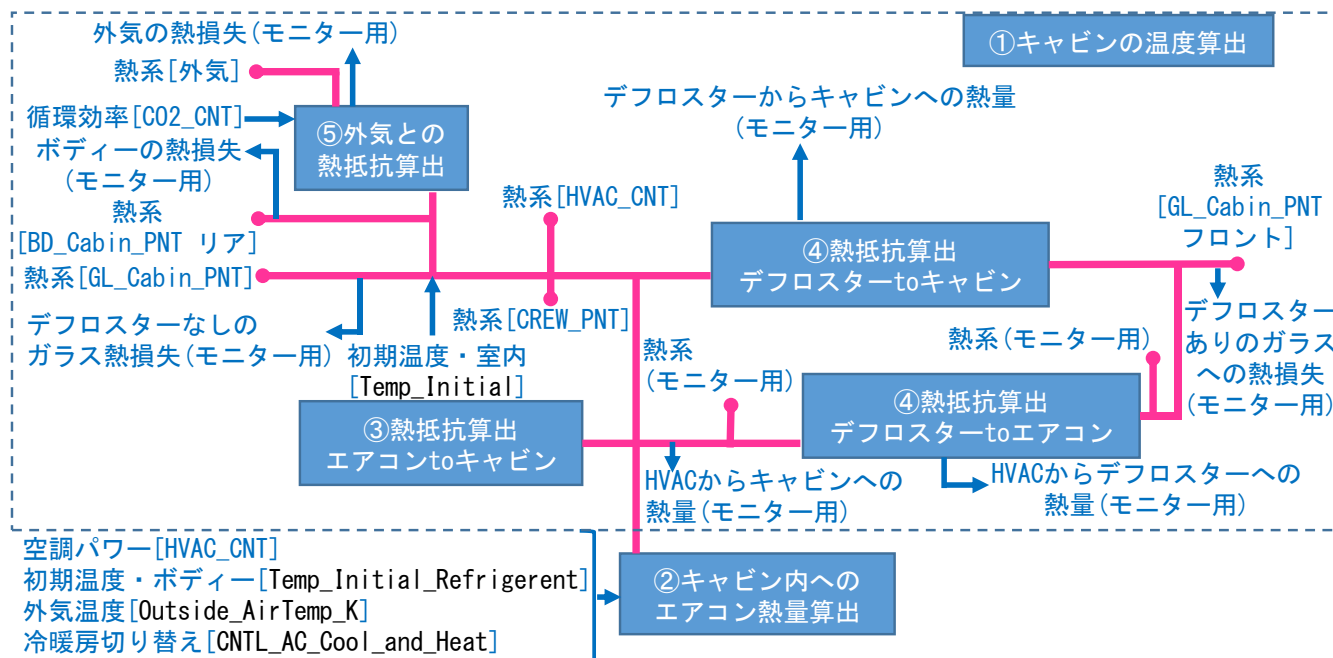


図 5.3.3.2-2. ブロック図：第2階層 HVAC_PNT システム

5.3.3.3. 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
Temp_Initial_Refrigerant	℃	-	初期温度・ボディー
Temp_Initial	℃	-	初期温度・室内
Recirculated_Rate	-	-	循環効率
HeaterPower_Input	W	-	空調パワー
CNTL_AC_Cool_and_Heat	-	[-1:1]	冷暖房切り替え(冷房:-1:暖房:1)
Outside_AirTemp_K	℃	-	外気温度
出力			
名称	単位	範囲	説明
Glass_HeatLoss_W	W	-	デフロスターありのガラスの熱損失
GlassRR_HeatLoss_W	W	-	デフロスターなしのガラスの熱損失
Body_Loss_W	W	-	ボディーの熱損失
Outlet_Loss_W	W	-	外気の熱損失
HVAC_to_Room_W	W	-	HVAC からキャビンへの熱量
HVAC_to_Def_W	W	-	HVAC からデフロスターへの熱量
DEF_to_Room_W	W	-	デフロスターからキャビンへの熱量

5.3.3.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Human_Heat_W	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	CREW_PNT
Outlet_HeatLoss	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	外気
Body_HeatLoss	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	BD_Cabin_PNT
Room_Temp_K	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	HVAC_CNT
Glass_HeatLoss	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	GL_Cabin_PNT (フロント)
GlassRR_HeatLoss	熱系	温度[K]	熱流量[J/s]	GL_Cabin_PNT (リア)

Δ1
Δ1
Δ1
Δ1
Δ1
Δ1

5.3.3.5. パラメータ仕様

5.3.3.5.1. 第2階層 HVAC_PNT システムのパラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

設定値の Recirculated_Rate は 5.3.3.3. の入出力仕様に依存

変数名	設定値	単位	説明
Aircon_Outlet_temp_C2	$0.225 \times 0.75 / (1 - \text{Recirculated_Rate})$	K/W	外気損失の熱抵抗

5.3.3.5.2. 第2階層 HVAC_PNT システムのサブシステムのパラメータ仕様

以下に第2階層 HVAC_PNT システムのサブシステムのパラメータ仕様を示す。

エアコン to キャビン			
変数名	設定値	単位	説明
Heating_Input	0.0165	-	暖房が選ばれた時の出力の値
Cooling_Input	0.004	-	冷房が選ばれた時の出力の値
デフロスター to キャビン			
Heating_Input	0.0165	-	暖房が選ばれた時の出力の値
Cooling_Input	0	-	冷房が選ばれた時の出力の値
デフロスター to エアコン			
Heating_Input	0.0165	-	暖房が選ばれた時の出力の値
Cooling_Input	1e+16	-	冷房が選ばれた時の出力の値
Cooling_and_Heating_Aircon コンポーネント			
Aircon_OutletTemp_C	7	℃	エアコンの出力目標値

5.3.3.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.3.4. [C20P : SOLAR_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 SOLAR_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.3.4.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

日射・照射モデル

- モデル化の範囲・抽象度

日射・照射をもとに、日射吸収熱量と日射透過熱量を算出。

- モデル化した機能

日射状態により車体の日射吸収熱量を算出する機能。

日射状態により車体の日射透過熱量を算出する機能。

5.3.4.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

すべて同じコンポーネントで作成されているため、入出力およびパラメータの解説はリアガラスのみで行っている。

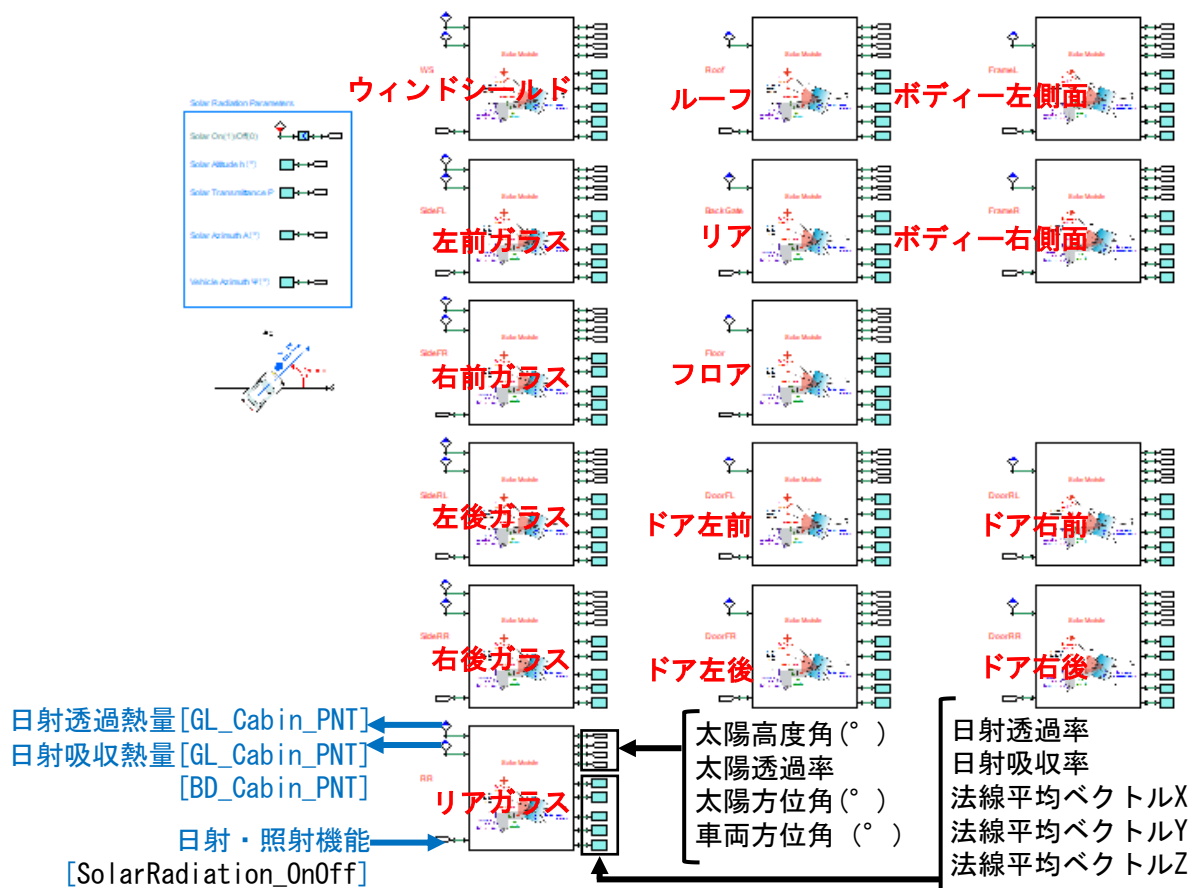


図 5.3.4.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 SOLAR_PNT システム

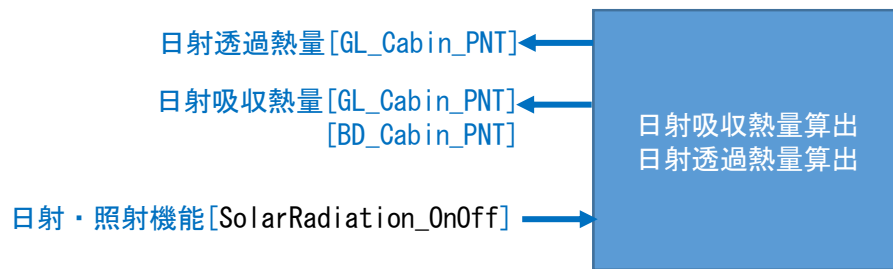


図 5.3.4.2-2. ブロック図：第2階層 SOLAR_PNT システム

5.3.4.3. 入出力仕様

以下に本システムの入出力仕様を示す。

日射吸収熱量、日射透過熱量はそれぞれ直達・天空・地面反射の日射の総量とする。

入力			
名称	単位	範囲	説明
SolarRadiation_OnOff	-	[0:1]	日射・照射モデルの機能 (OFF=0、ON=1)
出力			
名称	単位	範囲	説明
ウィンドシールド			
Out_Wpm_GlassWS_SolarTrans	W/m2	-	ウィンドシールドの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassWS_SolarAbsorp	W/m2	-	ウィンドシールドの日射吸収熱量
左前ガラス			
Out_Wpm_GlassSideFL_SolarTrans	W/m2	-	左前席ガラスの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassSideFL_SolarAbsorp	W/m2	-	左前席ガラスの日射吸収熱量
右前ガラス			
Out_Wpm_GlassSideFR_SolarTrans	W/m2	-	右前席ガラスの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassSideFR_SolarAbsorp	W/m2	-	右前席ガラスの日射吸収熱量
左後ガラス			
Out_Wpm_GlassSideRL_SolarTrans	W/m2	-	左後席ガラスの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassSideRL_SolarAbsorp	W/m2	-	左後席ガラスの日射吸収熱量
右後ガラス			
Out_Wpm_GlassSideRR_SolarTrans	W/m2	-	右後席ガラスの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassSideRR_SolarAbsorp	W/m2	-	右後席ガラスの日射吸収熱量

出力			
名称	単位	範囲	説明
リアガラス			
Out_Wpm_GlassRR_SolarTrans	W/m2	-	リアガラスの日射透過熱量
Out_Wpm_GlassRR_SolarAbsorp	W/m2	-	リアガラスの日射吸収熱量
ルーフ			
Out_Wpm_Roof_SolarTortal	W/m2	-	ボディー・ルーフの日射吸収熱量[*2]
リア			
Out_Wpm_BackGate_SolarTortal	W/m2	-	ボディー・リアの日射吸収熱量[*2]
フロア			
Out_Wpm_Floor_SolarTortal	W/m2	-	ボディー・フロアの日射吸収熱量[*2]
ボディー左側面			
Out_Wpm_FrameL_SolarTortal	W/m2	-	ボディー左側面の日射吸収熱量[*2]
ボディー右側面			
Out_Wpm_FrameR_SolarTortal	W/m2	-	ボディー右側面の日射吸収熱量[*2]
ドア左前			
Out_Wpm_DoorFL_SolarTortal	W/m2	-	ドア左前席の日射吸収熱量[*2]
ドア右前			
Out_Wpm_DoorFR_SolarTortal	W/m2	-	ドア右前席の日射吸収熱量[*2]
ドア左後			
Out_Wpm_DoorRL_SolarTortal	W/m2	-	ドア左後席の日射吸収熱量[*2]
ドア右後			
Out_Wpm_DoorRR_SolarTortal	W/m2	-	ドア右後席の日射吸収熱量[*2]

[*2] 車体不透明部分で日射透過率は0で日射透過熱量が0であるため、日射吸収熱量のみを出力。
日射透過率は5.3.4.5.のパラメータ仕様に依存。

5.3.4.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.3.4.5. パラメータ仕様

5.3.4.5.1. 第2階層 SOLAR_PNT システムのパラメータ仕様

以下に本システムのパラメータ仕様を示す。

変数名	設定値	単位	説明
OnOff_Solar	1	—	日射・照射モデルの機能 (ON:1 OFF:0)
h_Solar_alitude	63	°	太陽高度角 h [*3]
P_Atm_Transmittance	0.74	—	大気透過率 P [*4]
A_Solar_Azimuth	0	°	太陽方位角 A [*5]
Psai_Car_Azimuth	0	°	車両の方位角 Ψ [*6]

[*3] 太陽高度角 h は、一人称視点における太陽と結んだ直線を水平面に下した時の高さ方向の角度。

[*4] 大気透過率 P は日本の晴天時の標準値で設定している。曇天時は0に近い値を設定すること。

[*5] 太陽方位角 A は、一人称視点における太陽と結んだ直線を水平面に下した時の南方向を基準とした水平面方向の角度。詳細は次ページの図 5.3.4.5.1-1.に記載。

[*6] 車両方位角 Ψ は、南方向を基準としたときの進行方向までの角度。南⇒東を正、南⇒西を負。詳細は図 5.3.4.5.1-2.に記載。

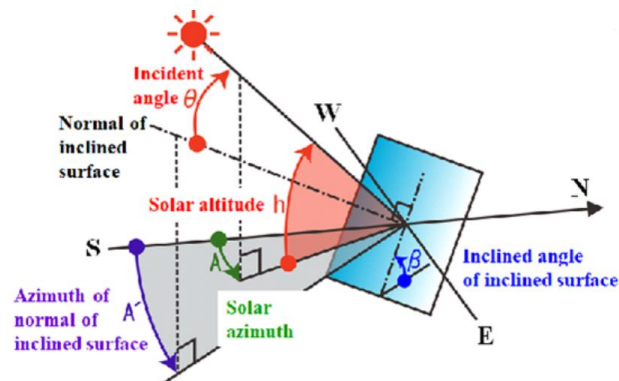


図 5.3.4.5.1-1. 太陽方位角

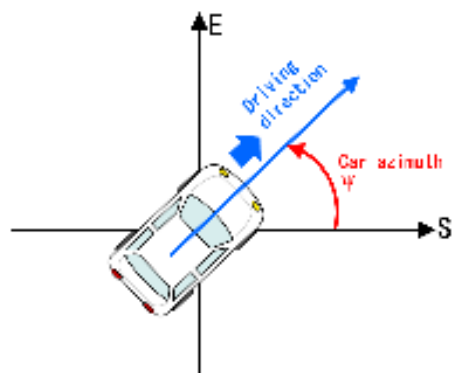


図 5.3.4.5.1-2. 車両方位角

5.3.4.5.2. 第2階層 SOLAR_PNT システムのサブシステムのパラメータ仕様

以下に第2階層 SOLAR_PNT システムのサブシステムのパラメータ仕様を示す。

ウィンドシールド			
変数名	設定値	単位	説明
Solar_transmittance	0.53	—	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.42	—	日射吸収率
NX_d	-0.04544	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0.0008511	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.08908	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
左前ガラス			
Solar_transmittance	0.63	—	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.3	—	日射吸収率
NX_d	-0.005231	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	-0.09685	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.02436	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
右前ガラス			
Solar_transmittance	0.63	—	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.3	—	日射吸収率
NX_d	-0.005108	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0.09688	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.02425	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
左後ガラス			
Solar_transmittance	0.4	—	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.3	—	日射吸収率
NX_d	0.001892	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	-0.09701	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.02419	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
右後ガラス			
Solar_transmittance	0.4	—	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.3	—	日射吸収率
NX_d	0.001891	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0.09701	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.02419	—	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]

[*7] 図 5.3.4.5.2. を参照。

リアガラス			
変数名	設定値	単位	説明
Solar_transmittance	0.4	－	日射透過率
Solar_absorption_rate	0.3	－	日射吸収率
NX_d	0.07703	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0.0006664	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.06376	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ルーフ			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	-0.002874	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0.0005014	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0.09996	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
リア			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
フロア			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	-1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ドア左前			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	-1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]

[*7] 図 5.3.4.5.2. を参照。

ドア右前			
変数名	設定値	単位	説明
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ボディー左側面			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	-1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ボディー右側面			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ドア左後			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	-1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
ドア右後			
Solar_transmittance	0	－	日射透過率(不透過のため0)
Solar_absorption_rate	0.5	－	日射吸収率
NX_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NY_d	1	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]
NZ_d	0	－	基準座標系の平均法線ベクトル[*7]

[*7] 図 5.3.4.5.2. を参照。

基準座標系を以下に示す。

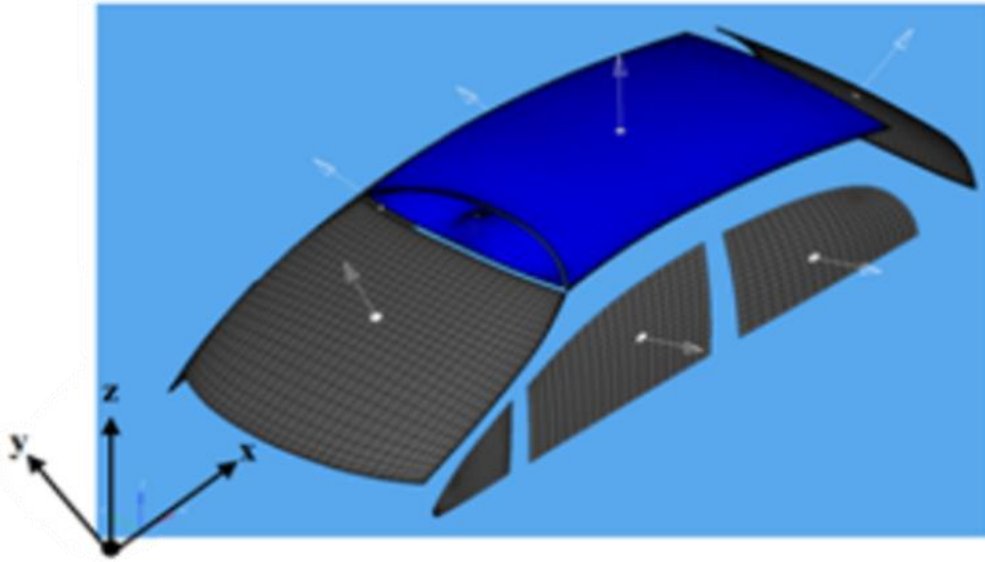


図 5.3.4.5.2. 基準面の基準座標系

5.3.4.6. その他の情報

日射量は以下の数式をもとに演算している。

直達日射 J_D は

$$J_D = \frac{I_0}{R^2} \times P \frac{1}{\sin h} \times \cos \theta$$

天空日射 J_S は

$$J_S = \frac{I_0}{R^2} \times \sin h \left(1 - P \frac{1}{\sin h}\right) \times (0.66 - 0.32 \times \sin h) \times [0.5 + (0.4 - 0.3P) \times \sin h] \times VF_S$$

地面反射日射量 J_G は

$$J_G = \left(\frac{I_0}{R^2} \times P \frac{1}{\sin h} \times \sin h + \frac{J_S}{VF_S}\right) \times VF_G \times \rho$$

直達日射のキャビンを構成する各部位への入射角 θ は

$$\cos \theta = \sin h \times \cos \beta + \cos h \times \cos(A - A') \times \sin \beta$$

キャビンを構成する各部位(斜面)の全天に対する形態係数 VF_S は

$$VF_S = (1 + \cos \beta)/2$$

キャビンを構成する各部位(斜面)の地面に対する形態係数 VF_G は

$$VF_G = (1 - \cos \beta)/2$$

太陽定数 I_0 (=1367 [W/m²])、地球動径 R (=1)、地面反射率 ρ (=0.1、雪道では0.5~0.9)

として下位層で固定パラメータを設定する。

大気透過率 P 、太陽高度角 h 、太陽方位角 A 、傾斜面の方位角 A' 、傾斜面の傾斜角 β とする。[参 1][参 2]

5.3.5. [C30-38P : BD_Cabin_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 BD_Cabin_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.3.5.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

車体不透明部分のモデル (分割の詳細は 5.3.5.6. のその他の情報に記載)

●モデル化の範囲・抽象度

車体不透明部分の諸元をもとに、キャビン内外への熱流量を算出。

●モデル化した機能

- ①車体不透明部分の内壁面温度とキャビン内温度により、熱抵抗を算出する機能。
- ②外気温度と車体不透明部分の外壁面温度により、熱抵抗を算出する機能。
- ③キャビン内空気流速からユルゲスの実験式[*1]により、熱抵抗を算出する機能。
- ④車両走行速度による空気流速からユルゲスの実験式[*1]により、熱抵抗を算出する機能。
- ⑤車体不透明部分の蓄熱量を算出する機能。
- ⑥車体不透明部分のキャビン内外への熱流量を算出する機能。

[*1] ユルゲスの実験式 (ISO 規格準拠) による対流熱抵抗 R は、 $R = 1/H$

熱伝達係数 H を空気流速 V よりユルゲスの実験式を用いて

$V < 5[\text{m/s}]$ のとき、 $H = 5.57 + 3.94 \times V$

$V \geq 5[\text{m/s}]$ のとき、 $H = 7.1 \times V^{0.78}$ となる。

5.3.5.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

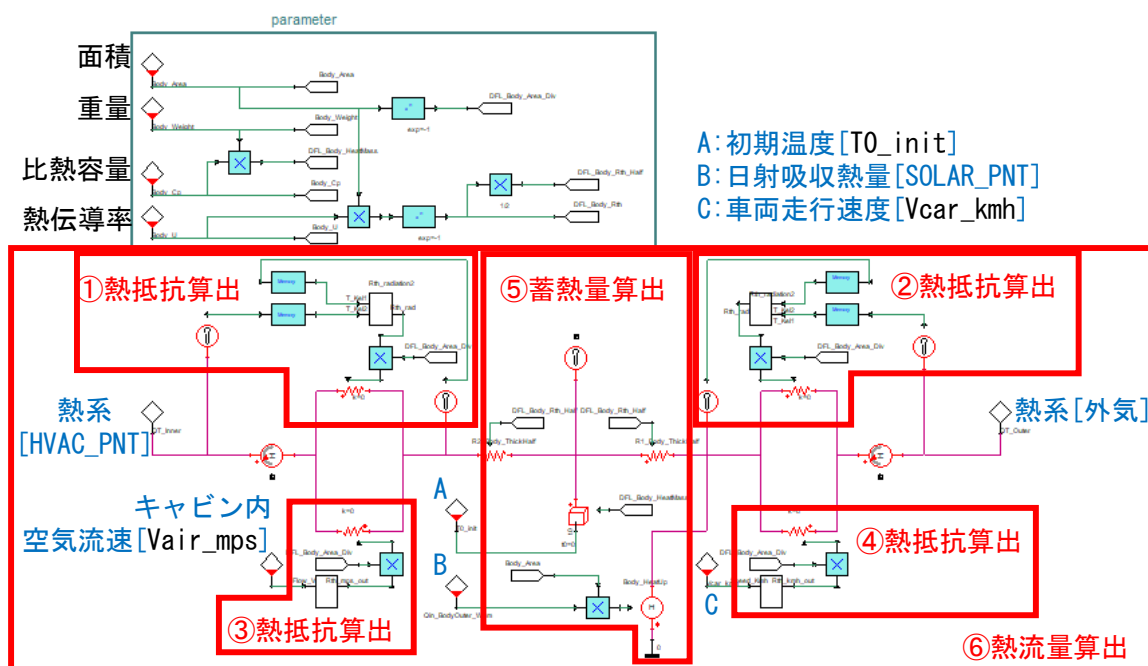


図 5.3.5.2-1. データフローダイアグラム : 第 2 階層 BD_Cabin_PNT システム

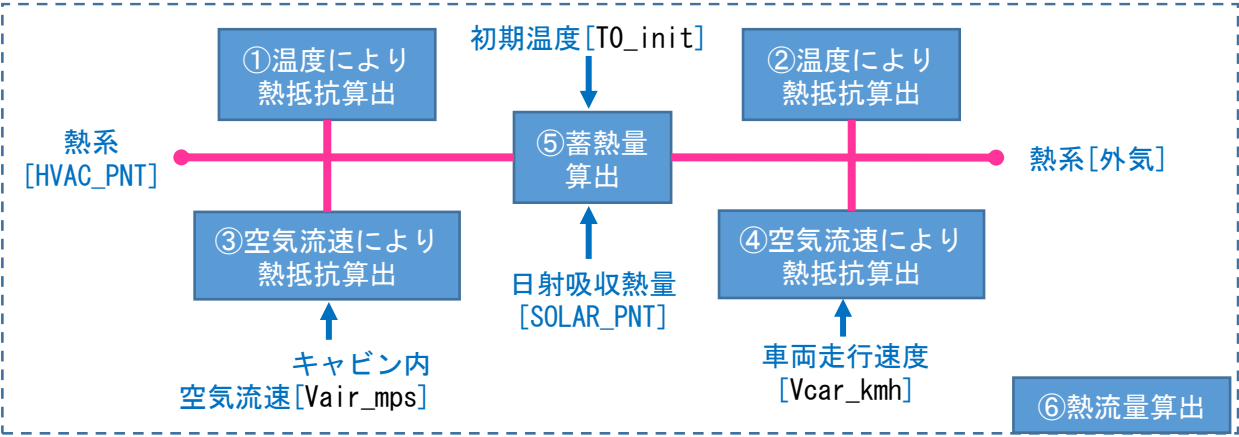


図 5.3.5.2-2. データフローダイアグラム：第2階層 BD_Cabin_PNT システム

5.3.5.3. 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
Vcar_kmh	km/h	-	車両走行速度
Vair_mps	m/s	-	キャビン内空気流速
T0_init	℃	-	初期温度
Qin_BodyOuter_Wpm2	W/m2	-	日射吸収熱量
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.3.5.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
QT_Inner	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	HVAC_PNT
QT_Outer	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	外気

Δ1

Δ1

Δ1

5.3.5.5. 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。

第1階層で設定されているパラメータが反映される。

C30P: ルーフ			
変数名	設定値	単位	説明
Body Area	1.666	m ²	面積
Body Weight	13.4	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	3	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)
C31P: フロア			
Body Area	5.204	m ²	面積
Body Weight	95.24	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	3	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)
C32P: リア			
Body Area	1.1712	m ²	面積
Body Weight	14.278	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)
C33P: ドア左前			
Body Area	0.848	m ²	面積
Body Weight	6.8	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)
C34P: ドア右前			
Body Area	0.848	m ²	面積
Body Weight	6.8	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)
C35P: ドア左後			
Body Area	0.763	m ²	面積
Body Weight	6.1	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率(熱貫流率:U 値)

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

Δ1

C36P: ドア右後			
変数名	設定値	単位	説明
Body Area	0.769	m ²	面積
Body Weight	6.2	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	5	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C37P: ボディー左側面			
Body Area	2.525	m ²	面積
Body Weight	68.64	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	2	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)
C38P: ボディー右側面			
Body Area	2.525	m ²	面積
Body Weight	68.64	kg	重量
Body cp	440	J/kg/K	比熱容量
Body U	2	W/m ² /K	熱伝達率 (熱貫流率:U 値)

Δ 1

Δ 1

Δ 1

5.3.5.6. その他の情報

各部位によって異なるキャビン内への熱流量の詳細度をあげるため、車体不透明部分をルーフ、フロア、リア、左側面、右側面、ドアの左前席、右前席、左後席、右後席に分割した。すべて同じコンポーネントで作成されているため、5.3.1.5.のパラメータ仕様によって分割している。

5.3.6. [C40-45P : GL_Cabin_PNT] システムの第 2 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 2 階層 GL_Cabin_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.3.6.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

●モデル化対象

車体ガラス部分のモデル (分割の詳細は 5.3.6.6. のその他の情報に記載)

●モデル化の範囲・抽象度

車体ガラス部分の諸元をもとに、キャビン内外への熱流量を算出。

●モデル化した機能

- ①車体ガラス部分の内壁面温度とキャビン内温度により、熱抵抗を算出する機能。
- ②外気温度と車体ガラス部分の外壁面温度により、熱抵抗を算出する機能。
- ③キャビン内空気流速からユルゲスの実験式[*1]により、熱抵抗を算出する機能。
- ④車両走行速度による空気流速からユルゲスの実験式[*1]により、熱抵抗を算出する機能。
- ⑤車体ガラスの蓄熱量を算出する機能。
- ⑥車体ガラスのキャビン内外への熱流量を算出する機能。

[*1] ユルゲスの実験式 (ISO 規格準拠) による対流熱抵抗 R は、 $R = 1/H$

熱伝達係数 H を空気流速 V よりユルゲスの実験式を用いて

$V < 5[\text{m/s}]$ のとき、 $H = 5.57 + 3.94 \times V$

$V \geq 5[\text{m/s}]$ のとき、 $H = 7.1 \times V^{0.78}$ となる。

5.3.6.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

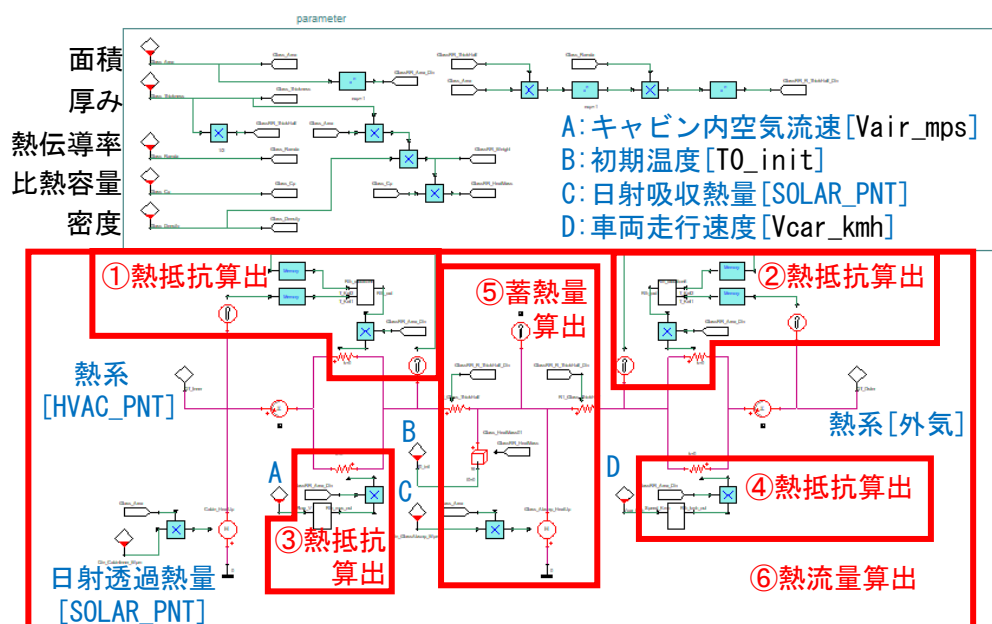


図 5.3.6.2-1. データフローダイアグラム：第 2 階層 GL_Cabin_PNT システム

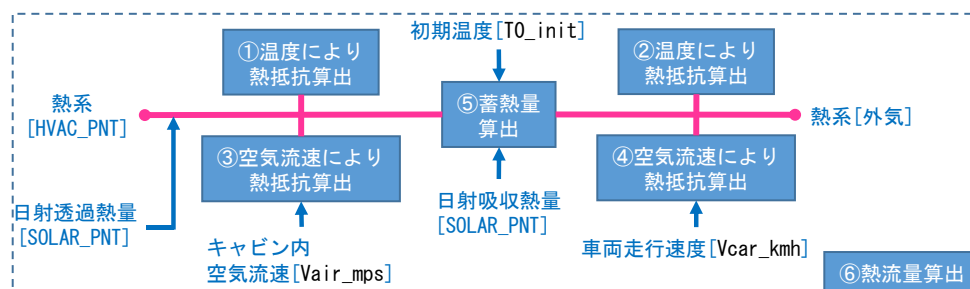


図 5.3.6.2-2. ブロック図：第2階層 GL_Cabin_PNT システム

5.3.6.3. 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
T0_init	℃	—	初期温度
Vcar_kmh	km/h	—	車両走行速度
Vair_mps	m/s	—	キャビン内空気流速
Qin_CabinInner_Wpm2	W/m2	—	日射透過熱量
Qin_GlassAbsorp_Wpm2	W/m2	—	日射吸収熱量
出力			
名称	単位	範囲	説明
なし	なし	なし	なし

5.3.6.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
QT_Inner	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	HVAC_PNT
QT_Outer	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	外気

5.3.6.5. 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。

第1階層で設定されたパラメータが反映される。

C40P: ウィンドシールド			
変数名	設定値	単位	説明
Glass Area	1.137	m2	面積
Glass Thickness	0.005	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m2/K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m3	密度

C41P: 左前ガラス			
変数名	設定値	単位	説明
Glass Area	0.3803	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C42P: 右前ガラス			
Glass Area	0.3803	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C43P: 左後ガラス			
Glass Area	0.2951	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C44P: 右後ガラス			
Glass Area	0.2951	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度
C45P: リアガラス			
Glass Area	0.5245	m ²	面積
Glass Thickness	0.003	m	厚み
Glass Ramda	1	W/m ² /K	熱伝導率
Glass cp	840	J/kg/K	比熱容量
Glass Density	2700	kg/m ³	密度

△1

△1

△1

△1

△1

5.3.6.6. その他の情報

各部位によって異なるキャビン内への熱流量の詳細度をあげるため、ガラスをウィンドシールド、左前席、右前席、左後席、右後席、リアに分割した。すべて同じコンポーネントで作成されているため、5.3.1.5.のパラメータ仕様によって分割している。

5.4. [D : CO2 Concentration] システムの機能仕様

5.4.1. [D : CO2 Concentration] システムの第 1 階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第 1 階層 CO2 Concentration システムの機能仕様を記述する。

5.4.1.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

人の CO2 呼出量から外気、内気切替による換気を制御してキャビン内の CO2 濃度を算出する。

補足として、外気時の換気による制御演算は外気交換容積分を外気と交換して、取り込んだ外気の CO2 量を加算、交換する同じ容積分のキャビン内の CO2 量を減算することで外気交換を再現している。

5.4.1.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

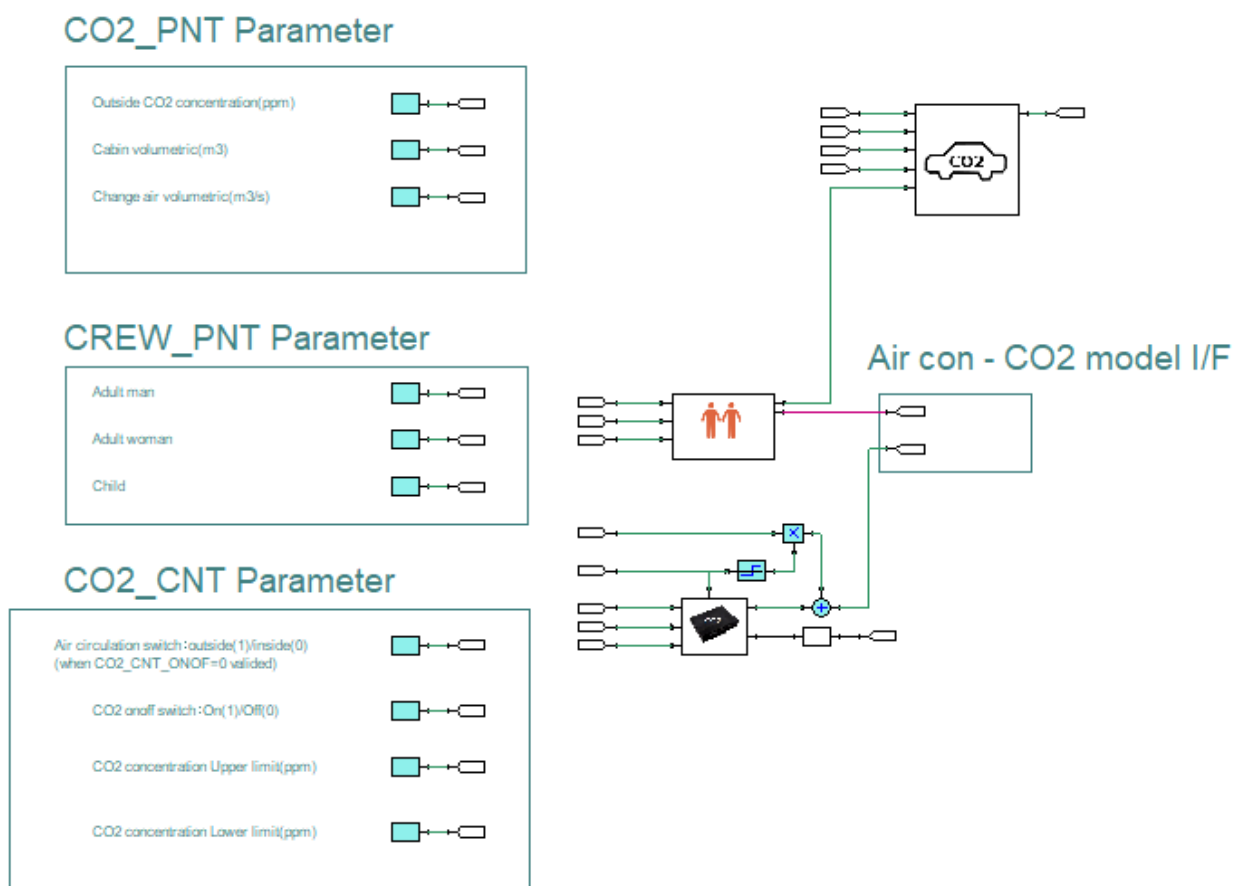


図 5.4.1.2. データフローダイアグラム : 第 2 階層 CO2_PNT システム

5.4.1.3. 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
なし	なし	なし	なし
出力			
名称	単位	範囲	説明
GAIKI_ON	-	[0:1]	外気切り替え (ON:1 OFF:0)

5.4.1.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Crew_Heat	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	HVAC_PNT

Δ1

5.4.1.5. 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	設定値	単位	説明
AIR_CIR_SW	0	-	空気循環制御切り替え[*1]
CO2_GAIKI_CONST	1000	ppm	外気 CO2 濃度
CO2_CAR_V	2.523	m3	車内容積
CO2_OUTAIR_VOL	0.1	m3/s	外気交換容積
CO2_PS_M	1	-	搭乗人数：成人男性
CO2_PS_W	0	-	搭乗人数：成人女性
CO2_PS_C	0	-	搭乗人数：児童
CO2_Emissions	6.39e-06	m3/s	CO2 呼出量
CO2_CNT_ONOFF	0	-	CO2 制御切り替え (ON:1 OFF:0) [*2]
CO2_LIMIT	1500	ppm	CO2 濃度上限値
CO2_UNDER	1200	ppm	CO2 濃度下限値

Δ1

[*1] CO2_CNT_ONOFF が 0 のとき、AIR_CIR_SW が 0 で内気循環、1 で外気導入とする。

[*2] CO2_CNT_ONOFF が 1 のとき、自動制御が優先される。

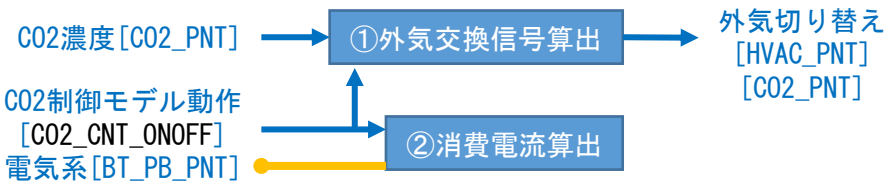
Δ1

Δ1

Δ1

5.4.1.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。



△1

図 5.4.2.2-2. ブロック図：第2階層 CO2_PNT システム

5.4.2.3. 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
CO2_OUT	ppm	-	CO2 濃度
CO2_CNT_ONOFF	-	[0:1]	CO2 制御モデル動作 (ON:1 OFF:0)
出力			
名称	単位	範囲	説明
GAIKI_ON	-	[0:1]	外気切り替え (ON:1 OFF:0)

5.4.2.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
VCU_pow_in	電気系	電圧 [V]	電流 [A]	BT_PB_PNT

5.4.2.5. 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。

第1階層で設定されたパラメータが反映される。

変数名	設定値	単位	説明
CO2_Upper_Lim	1500	ppm	CO2 濃度上限値
CO2_Under_Lim	1200	ppm	CO2 濃度下限値

5.4.2.6. その他の情報

本システムその他の情報はなし。

5.4.3. [D10P : C02_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 C02_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.4.3.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

キャビン内 C02 濃度のモデル

- モデル化の範囲・抽象度

C02 呼出量、外気の C02 濃度、外気交換の有無をもとに、キャビン内の C02 濃度を算出。

- モデル化した機能

- ①外気交換により、排出される C02 量を算出する機能。
- ②キャビン内の C02 濃度を算出する機能。

5.4.3.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

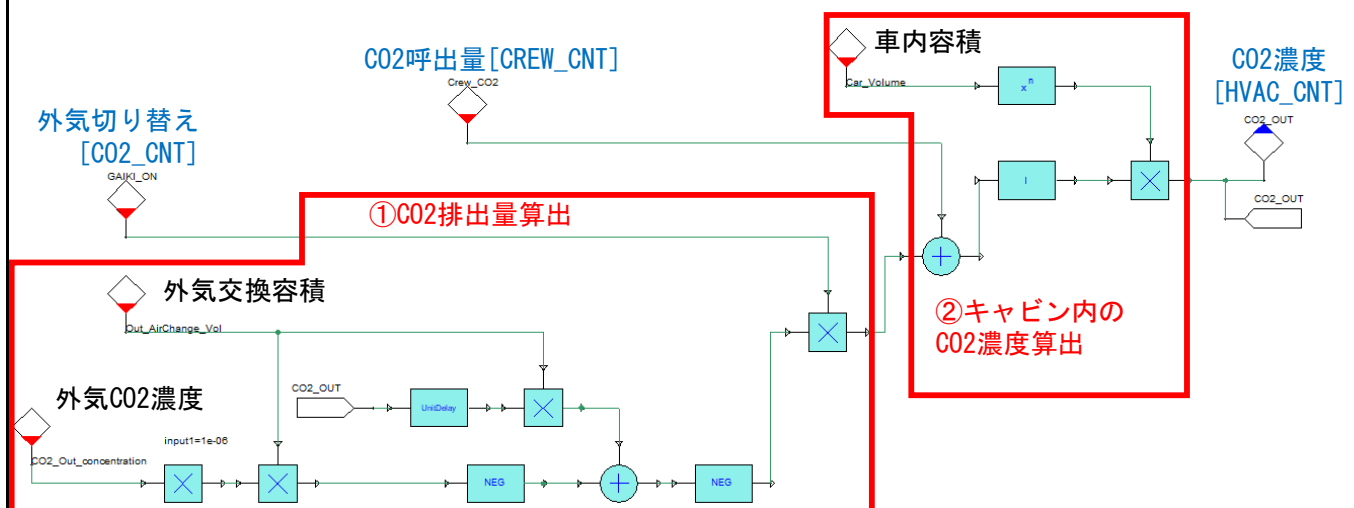


図 5.4.3.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 C02_PNT システム

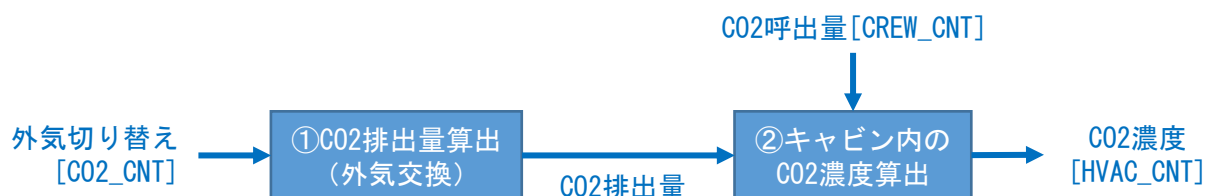


図 5.4.3.2-2. ブロック図：第2階層 C02_PNT システム

5.4.3.3. 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
GAIKI_ON	－	[0:1]	外気切り替え (OFF:0 ON:1)
Crew_CO2	m3/s	－	CO2 呼出量
出力			
名称	単位	範囲	説明
CO2_OUT	ppm	－	CO2 濃度

5.4.3.4. アクロススルー仕様

本システムのアクロススルーはなし。

5.4.3.5. 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。

第1階層で設定されたパラメータが反映される。

変数名	設定値	単位	説明
Car_Volume	2.523	m3	車内容積
Out_AirChange_Vol	0.1	m3/s	外気交換容積
CO2_Out_Concentration	1000	ppm	外気 CO2 濃度

5.4.3.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

5.4.4. [D20P : CREW_PNT] システムの第2階層の機能仕様

ガイドライン準拠モデル第2階層 CREW_PNT システムの機能仕様を記述する。

5.4.4.1. 概要

以下に本システムの概要を示す。

- モデル化対象

搭乗人数のモデル

- モデル化の範囲・抽象度

搭乗人数から、係数を算出。

- モデル化した機能

- ①搭乗人数から、係数を算出する機能。
- ②係数から CO2 呼出量を算出する機能。
- ③係数から発熱量を算出する機能。

5.4.4.2. データフローダイアグラム

以下に本システムのデータフローダイアグラムを示す。

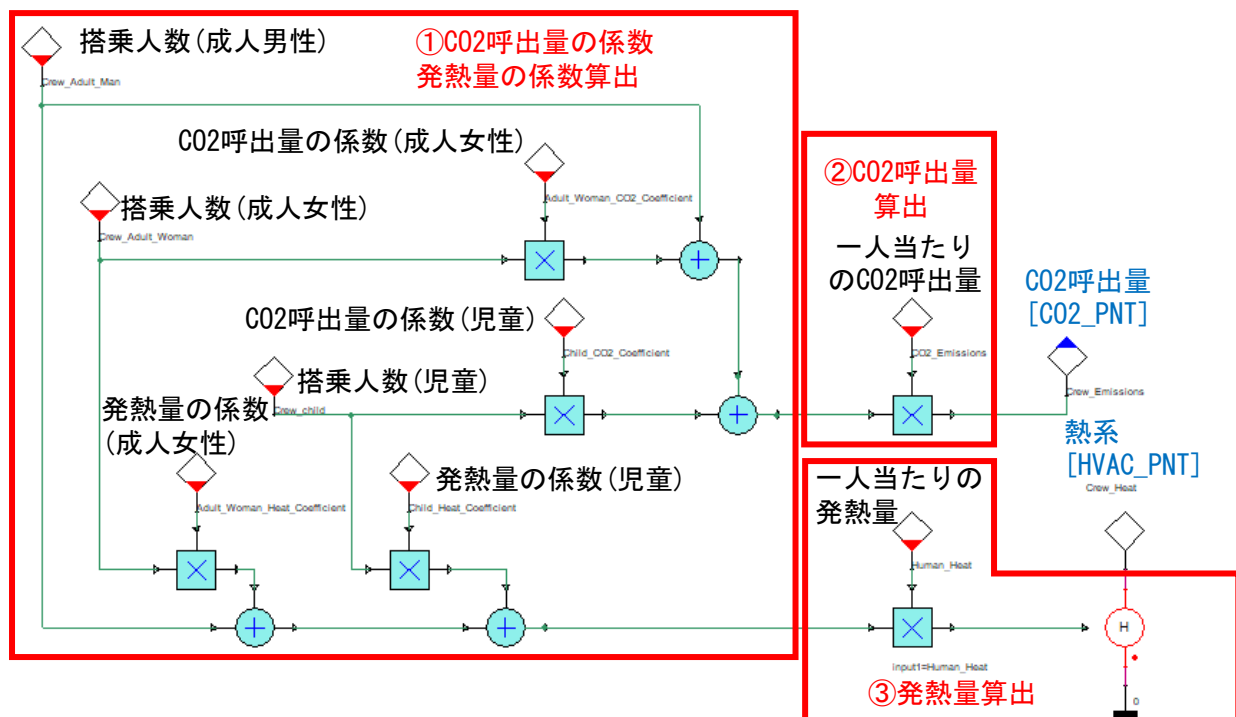


図 5.4.4.2-1. データフローダイアグラム：第2階層 CREW_PNT システム

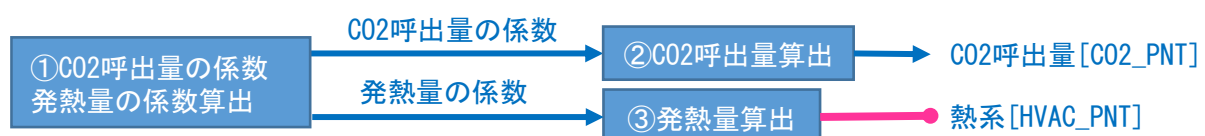


図 5.4.4.2-2. ブロック図：第2階層 CREW_PNT システム

5.4.4.3. 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
なし	なし	なし	なし
出力			
名称	単位	範囲	説明
Crew_Emissions	m3/s	-	C02 呼出量

5.4.4.4. アクロススルー仕様

以下に本システムのアクロススルー仕様を示す。

端子名称	物理値	アクロス	スルー	接続先
Crew_Heat	熱系	温度 [K]	熱流量 [J/s]	HVAC_PNT

Δ1

5.4.4.5. 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。

第1階層で設定されたパラメータが反映される。

変数名	設定値	単位	説明
Crew_Adult_Man	1	-	搭乗人数：成人男性[*1][*2]
Crew_Adult_Woman	0	-	搭乗人数：成人女性
Crew_child	0	-	搭乗人数：児童
C02_Emissions	6.39e-6	m3/s	一人当たりの C02 呼出量
Human_Heat	69	J	一人当たりの発熱量
Adult_Woman_Heat_Coefficient	0.9	-	発熱量の係数：成人女性[*2]
Adult_Woman_C02_Coefficient	0.9	-	C02 呼出量の係数：成人女性[*1]
Child_Heat_Coefficient	0.5	-	発熱量の係数：児童[*2]
Child_C02_Coefficient	0.5	-	C02 呼出量の係数：児童[*1]

[*1] 成人男性は C02 呼出量 100%、成人女性は 90%、児童は 50%で算出。[参 3]

[*2] 成人男性は発熱量 100%、成人女性は 90%、児童は 50%で算出。

5.4.4.6. その他の情報

本システムのその他の情報はなし。

6. 謝辞

本解説書作成にあたり、空調システムについてご指導をいただいた AGC 株式会社齊藤恒洋様をはじめエンジニアの皆様に心より感謝いたします。

7. 参考文献

[参 1] 松本 真一, 太陽位置の計算, (株)気象データシステム技術解説, 2016.

https://www.metsds.co.jp/wp-content/uploads/2019/03/TE_SunPosition_160401.pdf

[参 2] 赤坂 裕, 直散分離と斜面日射量の計算, (株)気象データシステム技術解説, 2017.

https://www.metsds.co.jp/wp-content/uploads/2019/03/TE_Radiation_170920.pdf

[参 3] 論文: 換気測定のための在室者の二酸化炭素呼出量の推定 Vol181 No. 728 885-892 Oct. 2016