

# Simulink モデル解説書

有段変速機の汎用制御

Ver.1.0

## 目次

1. 概要 .....	3
2. ファイル構成 .....	3
3. システム構成 .....	4
3.1. モデル全体構成 .....	4
3.2. 各システム情報 .....	5
3.3. DCT/AT の切り替えについて .....	8
4. 汎用関数に関して .....	9
4.1. F_abs 関数 .....	9
4.2. F_max 関数 .....	9
4.3. F_min 関数 .....	9
4.4. Table_search_2D 関数 .....	10
4.5. Table_search_3D 関数 .....	10
4.6. Swicth_with_hys 関数 .....	11
5. パラメータ(AT/DCT) .....	12
5.1. 初期化対象パラメータについて .....	12
5.2. AT/DCT 用パラメータについて .....	16

## 1. 概要

本書は、有段自動変速機の汎用制御(DCT／AT)の Simulink モデルを解説することを目的とする。このマニュアルは 5 つのセクションに分かれている。セクション 1 では、このドキュメント構造に関する大まかな概要を示す。セクション 2 では、Simulink ファイル構造の概要を示す。セクション 3 はシステム構成を扱い、セクション 4 は一般的な機能に関する詳細な説明をする。詳細なパラメータはセクション 5 に記載されている。

C 言語ソースコードと説明内容が重複する場合は、「C 言語ソースコード解説書」を参照することとする。

## 2. ファイル構成

このシステムは、次の 4 つのファイルで構成されている。

ファイル名	説明
TRAMI_DCT_AT.slx	有段自動変速機の汎用制御モデル C 言語ソース解説書における 「TRAMI_Standare_AT_Strategy_v182.c」 ファイルと等価な制御ロジックモデル
TRAMI_Standare_AT_Strategy_v182_define.m	AT/DCT 共通のパラメータ情報
TRAMI_Standare_AT_StrategyData_v182_9AT_d04.m	AT 用パラメータファイル 「TRAMI_Standare_AT_StrategyData_v182_9AT_d04.c」と等価なパラメータ情報
TRAMI_Standare_AT_StrategyData_v182_dct_d04.m	DCT 用パラメータファイル 「TRAMI_Standare_AT_StrategyData_v182_dct_d04.c」と等価なパラメータ情報

AT(automatic transmission)用としてモデルを動作させる場合、以下 2 ファイルを MATLAB ベース WS へ展開させ、モデルを実行する。

- TRAMI\_Standare\_AT\_Strategy\_v182\_define.m
- TRAMI\_Standare\_AT\_StrategyData\_v182\_9AT\_d04.m

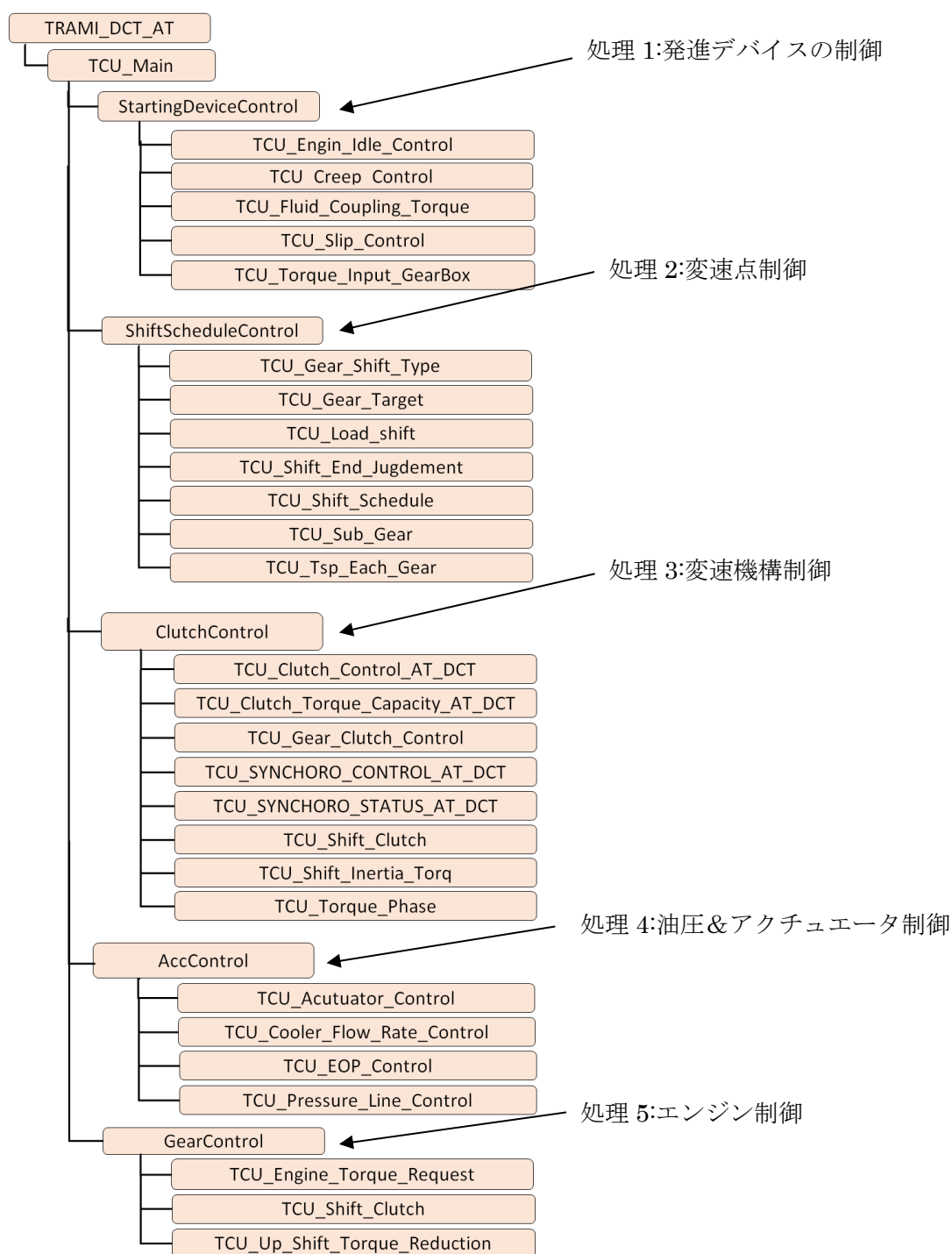
DCT(dual transmission clutch)用としてモデルを動作させる場合、以下 2 ファイル MATLAB ベース WS へ展開させ、モデルを実行する。

- TRAMI\_Standare\_AT\_Strategy\_v182\_define.m
- TRAMI\_Standare\_AT\_StrategyData\_v182\_dct\_d04.m

### 3. システム構成

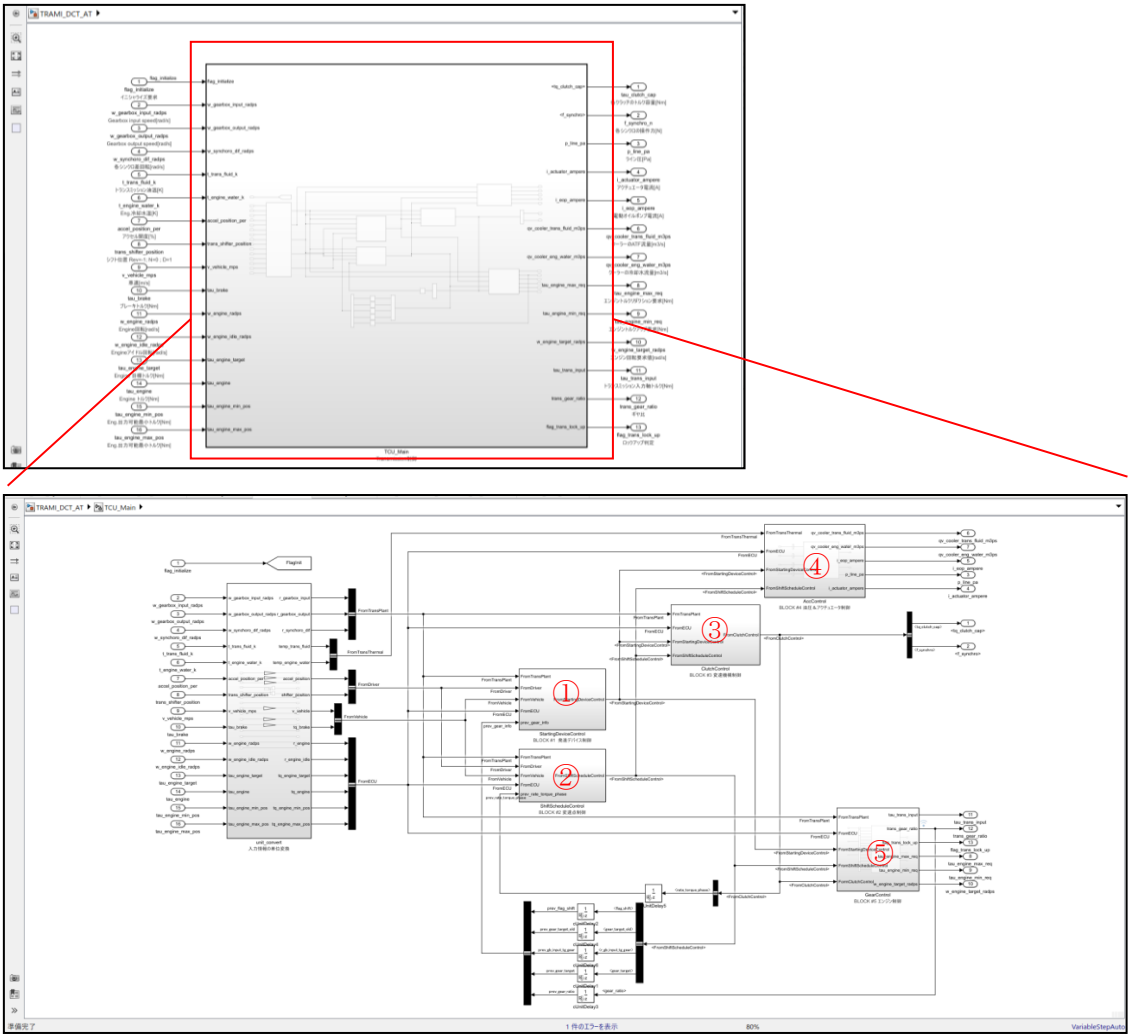
#### 3.1. モデル全体構成

C 言語ソース解説書に記載の構成と同様に TCU\_Main システムをメインシステムとして扱い、直下に 5 つの処理(発進デバイスの制御、変速点制御、変速機構制御、油圧&アクチュエータ制御、エンジン制御)を担うシステムで構成している。



TCU\_Main システム

TCU\_Main サブシステムは次の図を参照。



Simulink モデルの TCU\_Main System の詳細は次のとおりである。

- ① StartingDeviceControl : 発進デバイスの制御
- ② ShiftScheduleControl : 変速点制御
- ③ ClutchControl : 変速機構制御
- ④ AccControl : 油圧&アクチュエータ制御
- ⑤ GearControl : エンジン制御

3.2. 各システム情報

以下に主要な各システム及び処理内容を記載する。各システムの処理概要、及び IO 情報は C 言語ソース解説書へ記載。

システム名	処理	システムのブロックパス
-------	----	-------------

TCU_Main	汎用制御ロジックメインシステム	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main
TCU_Engin_Idle_Control	Engine によるアイドル回転制御 の実行判定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Engin_Idle_Control
TCU_Creep_Control	クリープトルク制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Creep_Control
TCU_Fluid_Coupling_Torque	トルクコンバータ特性の演算	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Fluid_Coupling_Torque
TCU_Slip_Control	発進デバイスのスリップ制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Slip_Control
TCU_Torque_Input_GearBox	GearBox 入力トルクの演出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Torque_Input_GearBox
TCU_Tsp_Each_Gear	各ギヤ段での GearBox 入力回転 の演算	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Tsp_Each_Gear
TCU_Load_shift	駆動・被駆動判定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Load_shift
TCU_Shift_Schedule	マップで定められたギヤ段の算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Shift_Schedule
TCU_Shift_End_Jugdement	変速終了判定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Shift_End_Jugdement
TCU_Gear_Target	目標ギヤ段の決定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Gear_Target
TCU_Gear_Shift_Type	変速種別判定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Gear_Shift_Type

TCU_Sub_Gear	DCT の待機ギヤ段の決定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Sub_Gear
TCU_SYNCHORO_STATUS_AT_DCT	シンクロ同期判定 (Variant システムにより DCT/AT 切り替え対象システム)	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_SYNCHORO_STATUS_AT_DCT
TCU_Gear_Clutch_Control	cluch 制御用ギヤ段(TorqPhase 前で切り替わる)の算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Gear_Clutch_Control
TCU_Shift_Clutch	締結・解放クラッチの算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Clutch
TCU_Shift_Inertia_Torq	変速時のイナーシャトルクの算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Inertia_Torq
TCU_Torque_Phase	トルクフェイズの移行比率の算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Torque_Phase
TCU_Clutch_Control	各クラッチ容量の計算(分担トルク未考慮)	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Clutch_Control
TCU_Clutch_Torque_Capacity	分担トルクを掛けてクラッチ容量を算出	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Clutch_Torque_Capacity
TCU_SYNCHORO_CONTROL_AT_DCT	シンクロ制御 (Variant システムにより DCT/AT 切り替え対象システム)	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_SYNCHORO_CONTROL_AT_DCT
TCU_Pressure_Line_Control	ライン圧制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/AccControl/AccControl/TCU_Pressure_Line_Control
TCU_Acutuator_Control	トランスミッションアクチュエータ制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/AccControl/AccControl/TCU_Acutuator_Control
TCU_EOP_Control	電動オイルポンプ制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/AccControl/AccControl/TCU_EOP_Control
TCU_Cooler_Flow_Rate_Control	クーラー流量制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/AccControl/AccControl/TCU_Cooler_Flow_Rate_Control
TCU_Up_Shift_Torque_Reduction	UpShift 時のトルクリダクション	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/GearControl/GearControl/TCU_Up_Shift_Torque_Reduction
TCU_Engine_Torque_Request	エンジントルク制御要求(各制御のトルク要求を調停する)	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/GearControl/GearControl/TCU_Engine_Torque_Request

TCU_Information_For_ECU	ECU のための制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/GearControl/GearControl/TCU_Information_For_ECU
-------------------------	------------	---

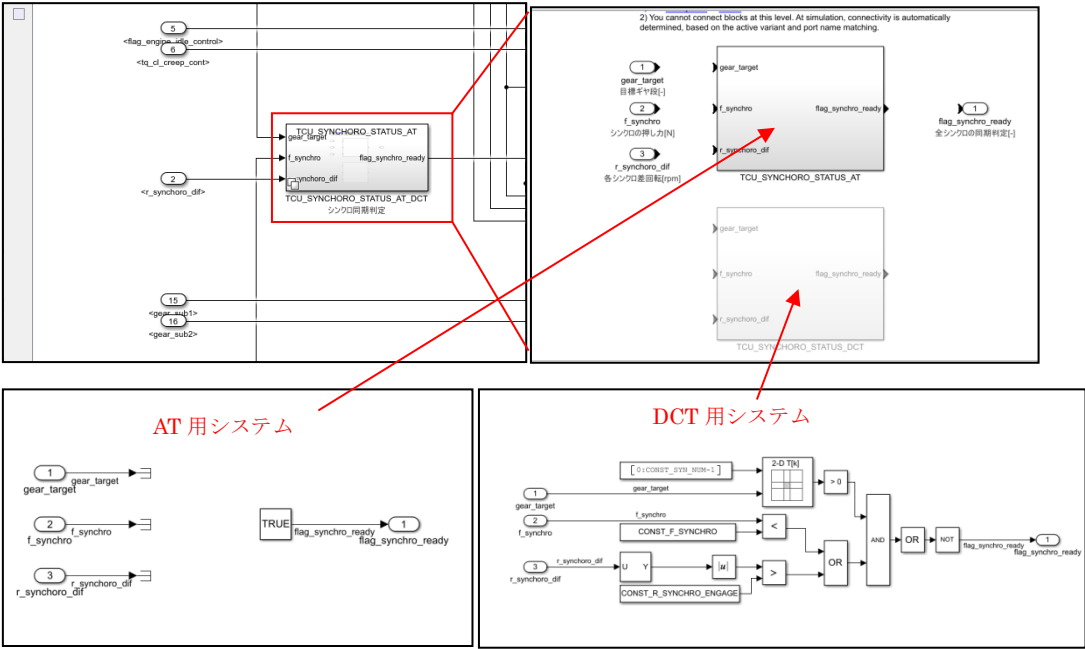
### 3.3. DCT/AT の切り替えについて

DCT、AT で動作に違いがあるシステムについては、Variant ブロックを使用して切り替えができるようにしている。

DCT/AT 切り替え対象システムは以下の通りである。

システム名	処理概要	システムパス
TCU_SYNCHORO_STATUS_AT_DCT	シンクロ同期判定	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_SYNCHORO_STATUS_AT_DCT
TCU_SYNCHORO_CONTROL_AT_DCT	シンクロ制御	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_SYNCHORO_CONTROL_AT_DCT

以下にその一例(TCU\_SYNCHORO\_STATUS\_AT\_DCT)を示す。





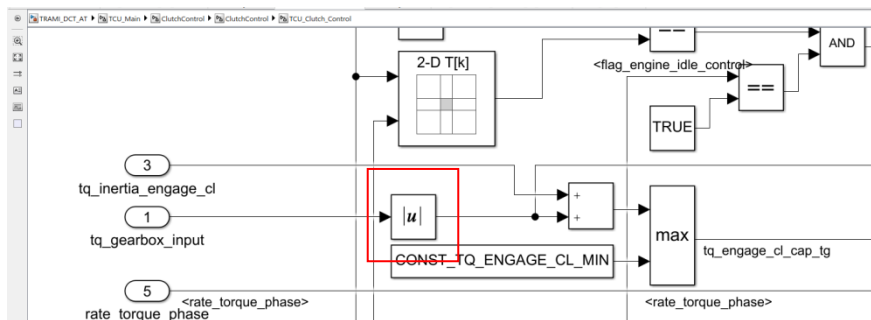
## 4. 汎用関数に関して

C 言語ソース内の汎用関数をモデルに以下のように置き換えて表現している。

### 4.1. F\_abs 関数

絶対値取得用関数

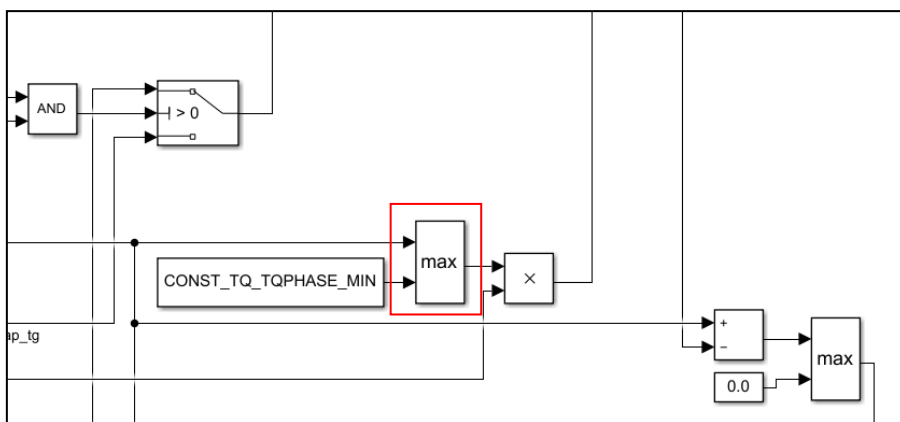
以下 abs ブロック利用。出力のデータ型を single 設定。



### 4.2. F\_max 関数

最大値取得用関数

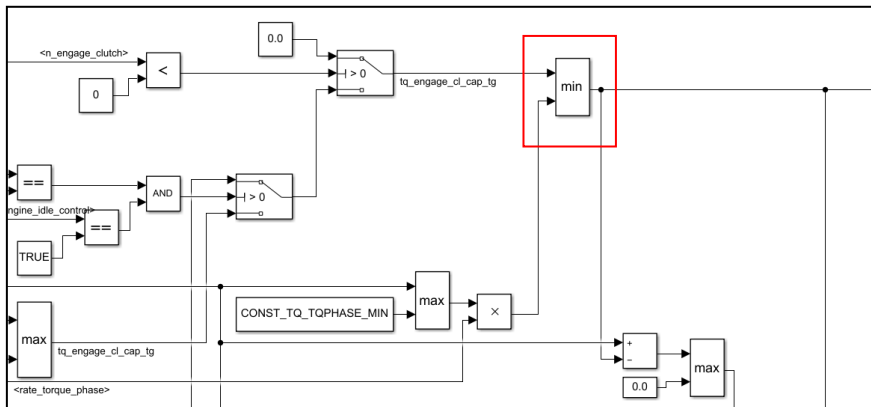
以下 max ブロック利用。出力のデータ型を single 設定。



### 4.3. F\_min 関数

最小値取得用関数

以下 min ブロック利用。出力のデータ型を single 設定。

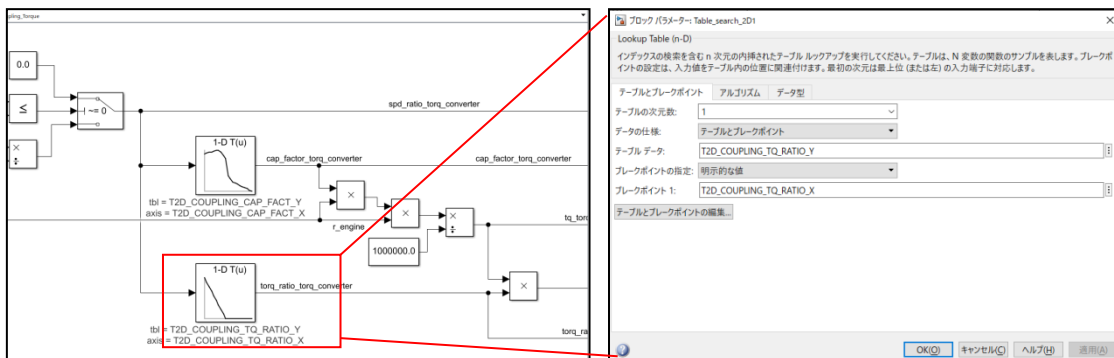


#### 4.4. Table\_search\_2D 関数

##### 2D テーブル探索用汎用関数

以下 n-DLookup(1-D)ブロック利用。以下設定値

- ・ テーブルの次元数：1
- ・ テーブルデータ：探索用マップデータ
- ・ ブレークポイント：X 軸用データ
- ・ 外挿法：クリップ
- ・ 最後のブレークポイントまたはそれを超える入力に対してテーブルの値を使用する：ON

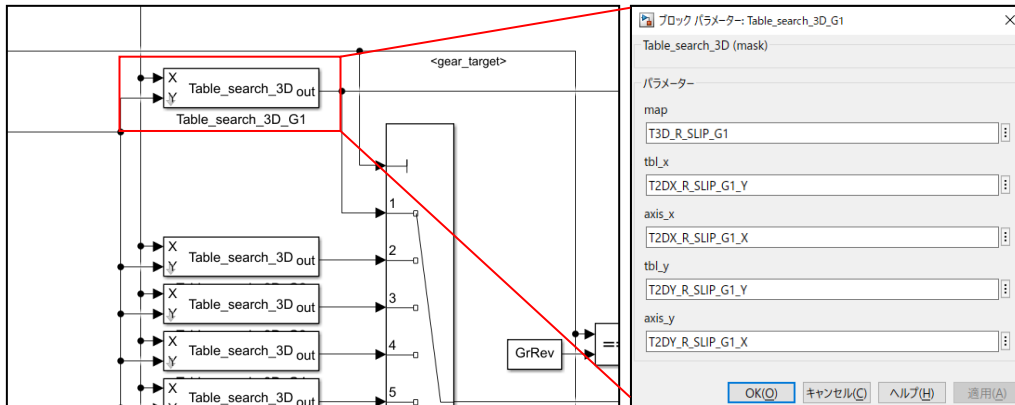


#### 4.5. Table\_search\_3D 関数

##### 3D テーブル探索用汎用関数

以下ブロックを作成

- ・ map：探索用マップデータ
- ・ tbl\_x：map の X 軸用のマップデータ
- ・ axis\_x：tbl\_x の軸用データ
- ・ tbl\_y：map の Y 軸用のマップデータ
- ・ axis\_y：tbl\_y の軸用データ



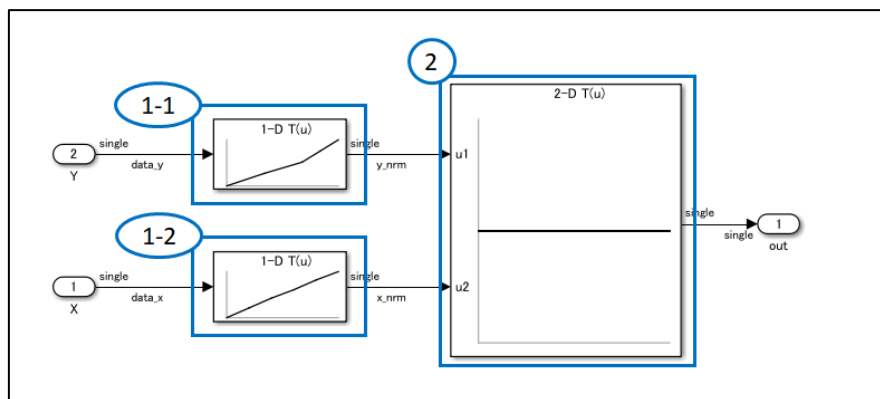
ブロック内部は以下の構成となっている。

探索処理に  $n$ -DLookupTable(2-D)を利用している (以下 2)。

(外挿法は、範囲の最後に対応するテーブルデータを使用している。)

X 軸、Y 軸へのデータに  $n$ -DLookupTable(1-D)を利用している (以下 1-1, 1-2)。

Table\_search\_3D 関数の入力データは Table\_search\_2D 関数の探索結果を利用しているため、このような構成としている。

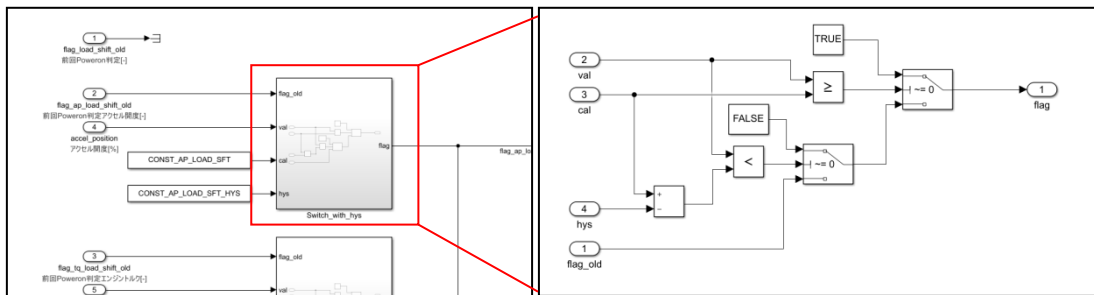


## 4.6. Swicth\_with\_hys 関数

### ヒス付きソフトスイッチ関数

以下ブロックを作成。

処理ロジックは Swicth\_with\_hys 関数と等価である。



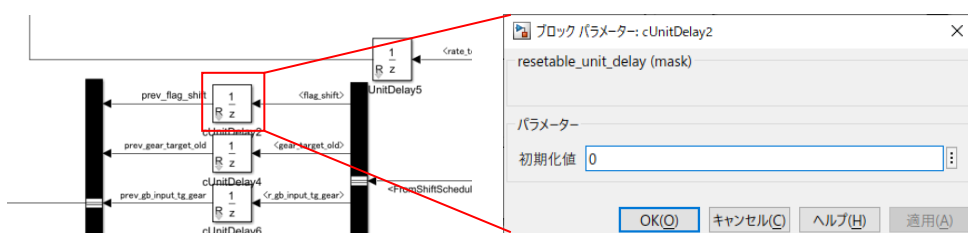
## 5. パラメータ(AT/DCT)

### 5.1. 初期化対象パラメータについて

C 言語ソースコードで初期化が実施されるパラメータに関しては、モデルでも同様に初期化処理を実施している。初期化タイミングはモデル実行時の変数「flag\_initialize」の値が 1 の時に実施している。

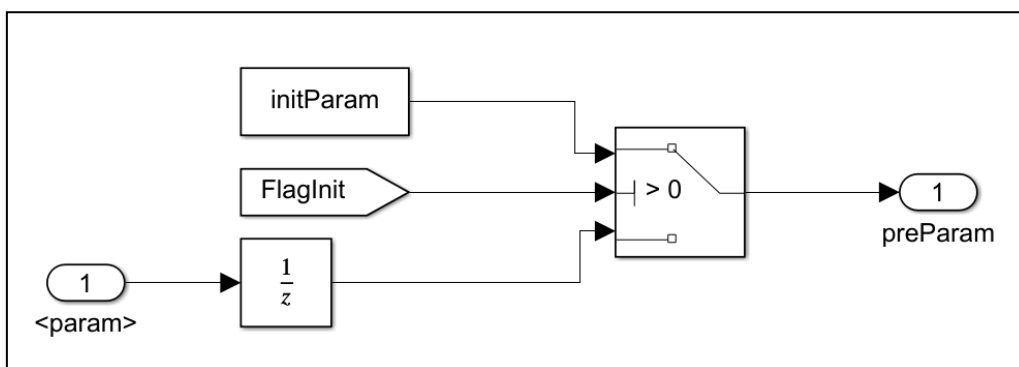
初期化が必要な信号に対して、以下ブロックを作成。

初期化値：入力信号を初期化したい値に設定



ブロック内部構成は以下のとおり。

初期化フラグ「FlagInit」が True の場合、初期値として設定された値「initParam」を出力する。



モデル上で初期化が必要なパラメータは以下のとおり。

(初期値を未使用の信号は初期化用ブロックパス欄に「-」を設定)

パラメータ内容は C 言語ソース解説書と同様のため、解説書参照。

信号名	初期化値	初期化用ブロックパス
r_gearbox_input	0	—
r_gearbox_output	0	—
temp_trans_fluid	0	—
temp_engine_water	0	—
accel_position	0	—
shifter_position	0	—
v_vehicle	0	—
tq_brake	0	—
r_engine	0	—
r_engine_idle	0	—
tq_engine_target	0	—
tq_engine	0	—
tq_engine_min_pos	0	—
tq_engine_max_pos	0	—
p_line	0	—
i_actuator	0	—
i_eop	0	—
q_cooler_trans_fluid	0	—
q_cooler_engine_water	0	—
tq_engine_max_req	0	—
tq_engine_min_req	0	—
r_engine_target	0	—
tq_trans_input	0	—
gear_ratio	1	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay3
flag_lock_up	0	—
flag_shift	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay2 TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay11
flag_shift_end_judge	0	—
flag_shift_end_speed	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay9

flag_load_shift	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay6
flag_ap_load_shift	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay5
flag_tq_load_shift	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay4
flag_shift_up_tq_request	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/GearControl/GearControl/TCU_Up_Shift_Torque_Reduction/cUnitDelay2
flag_shift_down_tq_request	0	—
flag_synchro_ready	0	—
gear_shift_map	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay7
gear_shift_map_old	0	—
gear_target	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay1 TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay15 TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/TCU_Gear_Target/cUnitDelay2
gear_target_old	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay4
gear_before_shift	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay13
gear_shift_kind	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay2
gear_cl_com	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Gear_Clutch_Control/cUnitDelay2
gear_sub	0	—
gear_sub1	0	—
gear_sub2	0	—
r_gb_input_tg_gear	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay6 TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay1
r_cl_slip_target	0	—
r_cl_slip_act	0	—
r_engine_slip_target	0	—

r_delta_speed	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Inertia_Torq/cUnitDelay2
t_shift_wait	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay10
t_shift_period	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay3 TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay12
t_tq_phase	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/cUnitDelay3
t_shift_end	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay8
t_shift_time_tg	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Inertia_Torq/cUnitDelay3
t_neutral	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ShiftScheduleControl/ShiftScheduleControl/cUnitDelay14
tq_eng_shift_up_reduction	0	—
tq_shift_up_target	0	—
tq_shift_down_target	0	—
tq_engine_spd_cont	0	—
tq_inertia	0	—
tq_inertia_engage_cl	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Inertia_Torq/cUnitDelay1
tq_inertia_release_cl	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/TCU_Shift_Inertia_Torq/cUnitDelay4
tq_cl_slip_control	0	—
tq_torq_converter_slip_tg	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Slip_Control/cUnitDelay1
tq_cl_slip_base	0	—
tq_cl_slip_correct	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/StartingDeviceControl/StartingDeviceControl/TCU_Slip_Control/cUnitDelay2
tq_torq_converter_input	0	—
tq_torq_converter_output	0	—
tq_gearbox_input	0	—
tq_engage_cl_cap	0	—

tq_release_cl_cap	0	—
tq_cl_creep_cont	0	—
rate_torque_phase	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/cUnitDelay5
spd_ratio_torq_converter	0	—
torq_ratio_torq_converter	0	—
cap_factor_torq_converter	0	—
n_engage_clutch	0	—
n_release_clutch	0	—
tq_clutch_cap	0	—
tq_clutch_cap_inp	0	—
rate_clutch_share	0	—
f_synchro	0	TRAMI_DCT_AT/TCU_Main/ClutchControl/ClutchControl/cUnitDe lay1
f_synchro_old	0	—
flag_synchro_com	0	—
r_synchoro_dif	0	—
r_gb_input_each_gear	0	—

## 5.2. AT/DCT 用パラメータについて

AT/DCT 用パラメータ情報に関しては、C 言語ソース解説書へ記載情報と同等のため、C 言語ソース解説書参照。

モデルの AT 用パラメータファイル：「TRAMI\_Standare\_AT\_StrategyData\_v182\_9AT\_d04.m」

モデルの DCT 用パラメータファイル：「TRAMI\_Standare\_AT\_StrategyData\_v182\_dct\_d04.m」



改訂履歴

Rev.	日付	内容	会社名	承認者
-	2020/02/07	初版		