

# CommonMP 要素モデル 解説書

■要素モデル名：単位図法モデル

■バージョン：1.0

## 【目次】

---

1. 要素モデル基本情報.....	2
2. 要素モデルの仕様適合チェック結果.....	6
3. 要素モデル仕様.....	7
4. 要素モデル機能説明（基本事項） .....	10
5. 要素モデル機能説明（詳細事項） .....	13
6. 要素モデル動作確認.....	13
7. 要素モデル妥当性確認.....	18

## 1. 要素モデル基本情報

### (1) 開発履歴

年月日	要素モデル バージョン	内容
2015/03/31	Ver. 1.0	初版開発

### (2) 開発環境

No	項目		内容
1	モデル開発環境および動作環境	使用 OS およびバージョン	Microsoft Windows 7
2		.NET Framework のバージョン	.Net Framework 2.0
3		開発環境およびバージョン	Microsoft Visual Studio 2010
4		CommonMP 本体のバージョン	Ver. 1.3.0.0

### (3) ウィルスチェック

No	項目		内容
1	ウィルスチェック	ウィルス対策ソフト名	Symantec Endpoint Protection
2		ウィルス定義(更新日時)	2015/2/13
3		チェック年月日	2015/2/13

#### (4) 要素モデルプログラム諸元

No	項目		内容
1	名前空間		jp.or.jccajsce
2	クラス名	Define Factory CalInfo Model	UnitGraphDefine UnitGraphFactory UnitGraphCalInfo UnitGraph
3	モデルファクトリ識別子(Lib)		jp.or.jccajsce.UnitGraph_Factory
4	モデル種別(Kind)		jp.or.jccajsce.UnitGraph_Model
5	モデルの基底クラス		McStateCalModelBase

#### (5) データ及び資料の有無

No	項目	内容	資料提出の有・無
1	要素モデル本体	要素モデル DLL	あり
2		要素モデルプロパティ(個別 GUI レイアウト)DLL	なし
3		要素モデルアイコンファイル	あり
4		その他	あり
5	ドキュメント	要素モデル解説書	あり
6	プログラム	ソースコード	あり
7	サンプルデータ	サンプルデータ(テスト用データ)	あり

(6) 公開データのファイル名

No	項目	内容
1	要素モデル本体 DLL	jp.or.jpccajsce.UnitGraph.dll
2	要素モデルプロパティ(個別 GUI レイアウト) DLL	なし
3	要素モデルアイコンファイル	jp.or.jpccajsce.UnitGraph.ico
4	要素モデル解説書	jp.or.jpccajsce.UnitGraph.pdf
5	その他	en/jp.or.jpccajsce.UnitGraph.resources.dll ja/jp.or.jpccajsce.UnitGraph.resources.dll
6	ソースコード	jp.or.jpccajsce.UnitGraph.csproj UnitGraphDefine.cs UnitGraphFactory.cs UnitGraphCalInfo.cs UnitGraph.cs
7	サンプルデータ(テスト用データ)	jp.or.jpccajsce.UnitGraph_portabledata.zip

# (7) 要素モデルの利用許諾条件

No	項目	内容
1	独自に作成した利用許諾条件書の有無	あり。使用許諾条件書を本解説書の末に添付。
2	準拠する利用許諾条件書(ソフトウェアライセンス)	The MIT License (本ソフトウェアを無償かつ無制限に使用可能。著作権表示と使用許諾条件書の全文をソフトウェアの重要部分に記載すること。作成者は本ソフトウェアに関していかなる責任も負わない。)
3	著作権者(社)	一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 公益社団法人 土木学会
4	複製の許諾	許諾する
5	複製を許諾する時の条件	本表の項目 No.2 を参照のこと
6	改変の許諾	許諾する
7	改変を許諾する時の条件	本表の項目 No.2 を参照のこと
8	再配布の許諾	許諾する
9	再配布の条件	本表の項目 No.2 を参照のこと
10	謝辞、クレジットの記載に関する規定	本表の項目 No.2 を参照のこと
11	商用利用(業務への利用)の可否	可
12	商用利用の条件	本表の項目 No.2 を参照のこと
13	商用配付の可否	可
14	商用配布の条件	本表の項目 No.2 を参照のこと
15	問い合わせ先	京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 水文・水資源学研究室 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1 立川康人
16	特許情報(ある場合は番号記載)	不明
17	保証に関する免責事項	本表の項目 No.2 を参照のこと
18	損害に関する免責事項	本表の項目 No.2 を参照のこと
19	禁止事項	本表の項目 No.2 を参照のこと

## 2. 要素モデルの仕様適合チェック結果

No	チェック項目		チェック結果
	項目	内容	
1	名前空間	名前空間は命名規則に準拠しているか	チェック済み
2	DLL 名	DLL 名は命名規則に準拠しているか	チェック済み
3	ファクトリ識別子	ファクトリ識別子は命名規則に準拠しているか	チェック済み
4	ライブラリ登録	ライブラリ入力メニューからモデルが登録可能か	チェック済み
5	モデル配置	CommonMP 上で要素モデルとして配置が可能か	チェック済み
6		モデルプロパティ設定項目は適切か、またプロパティ入力及び設定は可能か	チェック済み
7	データ受信	接続ライン下流側として別モデルと接続した場合に、データ受信項目が選択可能か	チェック済み
8	データ送信	接続ライン上流側として別モデルと接続した場合に、データ送信項目が選択可能か	チェック済み
9	データ送・受信	入出力するデータの単位系は、MKS 単位系に準拠しているか	チェック済み
10		要素接続設定(伝送情報結線設定)画面に単位が明示されているか	チェック済み
11	ファイル入力	要素モデルの動作には、直接ファイル入力を必要とするか	入力しない
12		(必要な場合)入力ファイルパス指定方法およびファイル仕様を記述する	-
13	ファイル出力	要素モデルは、ファイル出力を行うか	出力しない
14		(出力する場合)出力ファイルパス指定方法および仕様を記述する	-
15	シミュレーション実行	入出力データおよび計算期間を設定してシミュレーション実行が可能か	チェック済み

### 3. 要素モデル仕様

#### (1) 要素モデル基本仕様

No	項目	内容
1	モデル名称(Name)	単位図法モデル
2	カテゴリ_Division (McModellibraryDefine)	CALCULATION_MODEL
	カテゴリ_Category (McModellibraryDefine)	CAL_HYDROLOGICAL_MODELS
3	要素モデルのバージョン	1.0
4	概要	単位図法により流域からの流出量を算出する。

#### 【標準のモデルカテゴリーの一覧】

モデルカテゴリー (Division)		モデルカテゴリー (Category)	
演算要素	CALCULATION_MODEL	水文	CAL_HYDROLOGICAL_MODELS
		河川	CAL_RIVER_MODELS
		ダム／発電	CAL_DAM_MODELS
		用排水／地下水	CAL_WATERDUCT_MODELS
		海岸／港湾	CAL_COAST_MODELS
		水循環	CAL_WATERCIRCULATION_MODELS
		経済関連	CAL_ECONOMIC_MODELS
		その他	CAL_MODELS
		演算制御	CAL_CONTROL_MODEL
		サンプルモデル等	CAL_SAMPLE_MODELS
入力要素	INPUT_MODEL	CSVファイル入力	INPUT_CSV_FILE
		特定情報	INPUT_SPECIFIC_FILE
		サンプル等	INPUT_SAMPLE_MODELS
出力要素	OUTPUT_MODEL	CSVファイル出力	OUTPUT_CSV_FILE
		特定情報	OUTPUT_SPECIFIC_FILE
		画面表示	OUTPUT_SCREEN
		サンプル等	OUTPUT_SAMPLE_MODELS

(2) 要素モデル入出力仕様

No	項目	内容	
1	プロパティ (CreateModelProperty)	項目	デフォルト値
		時間ステップ幅 [s]	3600
		流域面積[km <sup>2</sup> ]	1.0
		流出関数値[0][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0
		流出関数値[1][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.022115164
		流出関数値[2][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.031692415
		流出関数値[3][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.034062911
		流出関数値[4][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.032542857
		流出関数値[5][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.02914747
		流出関数値[6][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.025062089
		流出関数値[7][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.020950734
		流出関数値[8][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.017156408
		流出関数値[9][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.013829741
		流出関数値[10][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.011010492
		流出関数値[11][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.008678298
		流出関数値[12][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.00678357
		流出関数値[13][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.005265694
		流出関数値[14][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.004063268
		流出関数値[15][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.00311942
		流出関数値[16][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.002384173
		流出関数値[17][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	0.001815105
		流出関数値[18][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.38E-03
		流出関数値[19][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.04E-03
		流出関数値[20][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	7.86E-04
		流出関数値[21][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	5.91E-04
		流出関数値[22][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	4.44E-04
		流出関数値[23][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	3.32E-04
		流出関数値[24][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	2.48E-04
		流出関数値[25][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.85E-04
		流出関数値[26][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.38E-04
		流出関数値[27][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.03E-04
		流出関数値[28][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	7.64E-05
		流出関数値[29][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	5.67E-05
		流出関数値[30][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	4.20E-05
		流出関数値[31][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	3.11E-05
		流出関数値[32][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	2.30E-05
		流出関数値[33][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.70E-05
		流出関数値[34][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	1.26E-05
		流出関数値[35][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	9.26E-06
		流出関数値[36][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	6.83E-06
		流出関数値[37][m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> ]	5.03E-06



			流出関数値[38][m³/sec/km²]	3.70E-06
			流出関数値[39][m³/sec/km²]	2.72E-06
			流出関数値[40][m³/sec/km²]	2.00E-06
			流出関数値[41][m³/sec/km²]	1.47E-06
			流出関数値[42][m³/sec/km²]	1.08E-06
			流出関数値[43][m³/sec/km²]	7.91E-07
			流出関数値[44][m³/sec/km²]	5.80E-07
			流出関数値[45][m³/sec/km²]	4.25E-07
			流出関数値[46][m³/sec/km²]	3.11E-07
			流出関数値[47][m³/sec/km²]	2.28E-07
2	初期条件(状態量) (CreateModelInitialInfo)		なし	
3	送受信パターン (CreateModelProperty)	受信	1. 降雨量 伝送仕様:ポイント時系列または 1 次元時系列 セル内変数:降雨量 [mm/h]	
		送信	1. 流量 伝送仕様:ポイント時系列または 1 次元時系列 セル内変数:流量[m³/s]	
4	コネクションチェック (ConnectionCheck)	受信	以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・ポイント時系列及び1次元時系列	
		送信	以下以外の伝送仕様に対して、接続エラーを出力する ・ポイント時系列及び1次元時系列	

## 4. 要素モデル機能説明（基本事項）

### (1) 機能概要

- ・ ある流域からの流量を単位図法モデルにて算定する。
- ・ 入力として、降雨量（mm/hr）を受け付ける。
- ・ 出力として、流量（m³/s）が可能である。

### (2) 基礎式

文献「水理公式集」に記載の基礎式<sup>1</sup>を用いる。タンクの水深と流出量の関係は次式で与えられる。

$$q(t) = \int_0^{\infty} r_e(t-\tau)h(\tau)d\tau \quad (4-1)$$

ここに、 $q(t)$ : 時刻  $t$  における流出高、 $r_e(t)$ : 有効降雨強度、 $h(\tau)$ : 単位図（ユニットグラフ）であり、単位図は

$$\int_0^{\infty} h(\tau)h(\tau)d\tau = 1 \quad (4-2)$$

を満たす関数である（図 4-1）。

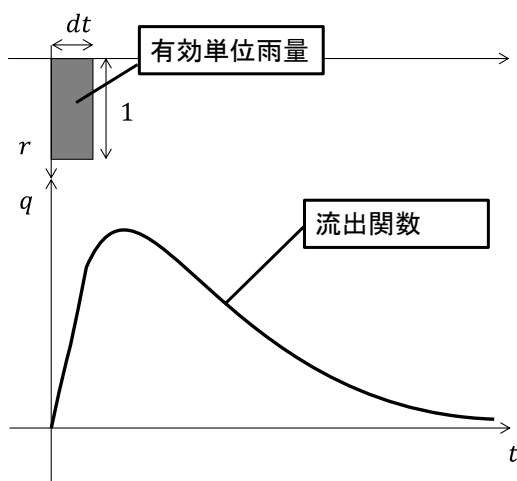


図 4-1: 単位図法モデルの概念図

### (3) 解法

流域からの流出高  $q$  を、単位図  $h$  と有効雨量強度  $r_e$  との畳み込みにより算出する。式を以下に示す。

<sup>1</sup>土木学会編，単位図法，水理公式集平成 11 年度版，土木学会，pp. 38-39, 1999.

$$q(t) = \sum_{j=0}^n r_e(t - j\Delta t)h(j\Delta t)\Delta t \quad (4-3)$$

ここで、 $n$  は離散化した流出関数のレコード数である。本モデルでは $n = 48$ とした。

#### (4) 要素モデル変数一覧

No	変数名	内容	初期値
1.	m_Area	流域面積 [km <sup>2</sup> ]	1.0
2.	m_TimeStep	時間ステップ [s]	3600
3.	m_RunoffFunction	流出関数	※
4.	m_PrecipArray	降雨時系列 [mm/h]	-
5.	m_DischargeTotal	流域からの流量 [m <sup>3</sup> /s]	0

※単位図は数表により示されることが多いため、本モデルも数表による入力を受け付ける。  
既定値を図 4-2 に示す。

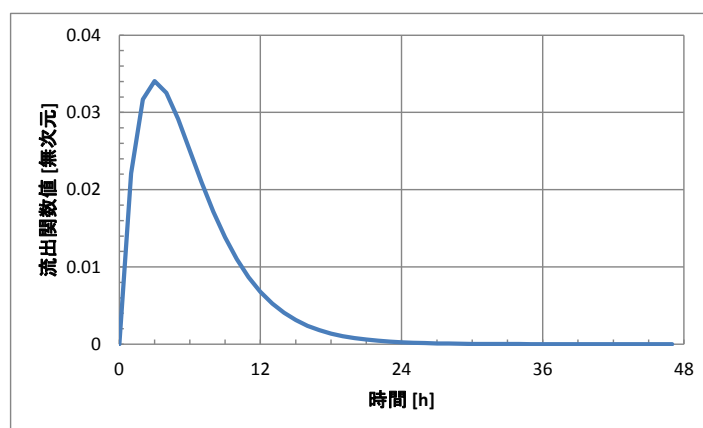


図 4-2: 流出関数の既定値

これらの算出には高瀬の式<sup>2</sup>を用いてモデル内にて算出している。

$$h = at^n e^{-\alpha t} \quad (4-4)$$

ただし、 $n$ ,  $\alpha$ ,  $a$ : 定数である。これらの定数の既定値を以下に示す。

変数	値
$n$	2
$\alpha$	1/3
$a$	$\alpha^2/3.6$

<sup>2</sup> 高瀬信忠, 河川工学入門, 森北出版株式会社, pp.64-68, 2003.

(5) 個別 GUI レイアウト

なし

(6) 初期条件（状態量）

なし

(7) 境界条件

なし

(8) プログラム上の特記事項および動作上必要なライブラリ

なし

(9) 入出力データ

1) 入力データ

1. 降雨量

- ・ 伝送仕様：ポイント時系列または 1 次元時系列
- ・ セル内変数：降雨量 [mm/h]

2) 出力データ

1. 流量

- ・ 伝送仕様：ポイント時系列または 1 次元時系列
- ・ セル内変数：流量[m<sup>3</sup>/s]

## 5. 要素モデル機能説明（詳細事項）

本項目の記入の有無（あり・なし）

## 6. 要素モデル動作確認

### (1) サンプルデータによる動作確認結果

文献<sup>3</sup>にある例題の再現を行った。対象の文献は、「河川工学」「例題 2.5」である。この例題は、降雨到達時間 3 時間の流域に単位降雨強度 1 mm/h の流出量を算出するものである。

動作確認に用いた入力データを表 6-1 に示す。また、動作確認のためのプロジェクトを実行中の画面を図 6-1 に示す。設定画面を図 6-2 から図 6-4 に示す。

表 6-1: 動作確認に用いた入力データ

ファイル名	データ種類	単位	データ
Rain20141109.csv	降雨量時系列	mm/h	表 6-2a 参照
Rain20141020.csv	降雨量時系列	mm/h	表 6-2b 参照

表 6-2: 降雨量時系列ファイルの内容

a) Rain20141109.csv	b) Rain20141020.csv
HySCSVFileData, Ver1.0	H HySCSVFileData, Ver1.0
データ区分, 時系列	データ区分, 時系列
Time, Data0	Time, Data0
2014/11/9 0:00, 0	2014/10/20 0:00, 0
2014/11/9 1:00, 0	2014/10/20 1:00, 0
2014/11/9 2:00, 0	2014/10/20 2:00, 0
2014/11/9 3:00, 0	2014/10/20 3:00, 0
2014/11/9 4:00, 0	2014/10/20 4:00, 1.5
2014/11/9 5:00, 0	2014/10/20 5:00, 1.5
2014/11/9 6:00, 0	2014/10/20 6:00, 2
2014/11/9 7:00, 0	2014/10/20 7:00, 2
2014/11/9 8:00, 0	2014/10/20 8:00, 3
2014/11/9 9:00, 1	2014/10/20 9:00, 5
2014/11/9 10:00, 0	2014/10/20 10:00, 9
2014/11/9 11:00, 0	2014/10/20 11:00, 9
2014/11/9 12:00, 0	2014/10/20 12:00, 9.5

<sup>3</sup> 伊藤秀夫, 河川工学, 株式会社明現社, pp.114-115, 例題 3.2, 1988.

2014/11/9 13:00,0	2014/10/20 13:00,10
2014/11/9 14:00,0	2014/10/20 14:00,5.5
2014/11/9 15:00,0	2014/10/20 15:00,8.5
2014/11/9 16:00,0	2014/10/20 16:00,8
2014/11/9 17:00,0	2014/10/20 17:00,4.5
2014/11/9 18:00,0	2014/10/20 18:00,5
2014/11/9 19:00,0	2014/10/20 19:00,9.5
2014/11/9 20:00,0	2014/10/20 20:00,13.5
2014/11/9 21:00,0	2014/10/20 21:00,7
2014/11/9 22:00,0	2014/10/20 22:00,16.5
2014/11/9 23:00,0	2014/10/20 23:00,10
	2014/10/21 0:00,8
	2014/10/21 1:00,6
	2014/10/21 2:00,5.5
	2014/10/21 3:00,6
	2014/10/21 4:00,5.5
	2014/10/21 5:00,3.5
	2014/10/21 6:00,9
	2014/10/21 7:00,13
	2014/10/21 8:00,13
	2014/10/21 9:00,27
	2014/10/21 10:00,18.5
	2014/10/21 11:00,16
	2014/10/21 12:00,0.5
	2014/10/21 13:00,0
	2014/10/21 14:00,0
	2014/10/21 15:00,0
	2014/10/21 16:00,0
	2014/10/21 17:00,0
	2014/10/21 18:00,0
	2014/10/21 19:00,0
	2014/10/21 20:00,0
	2014/10/21 21:00,0
	2014/10/21 22:00,0
	2014/10/21 23:00,0

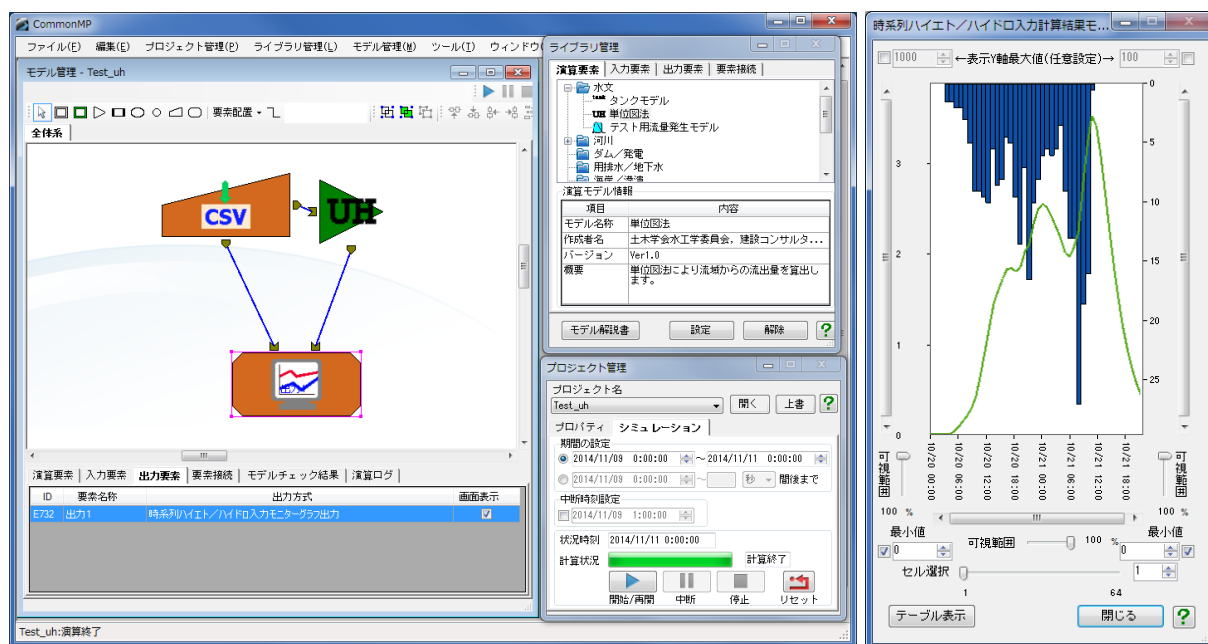


図 6-1: 動作確認のためのプロジェクトを実行中の画面

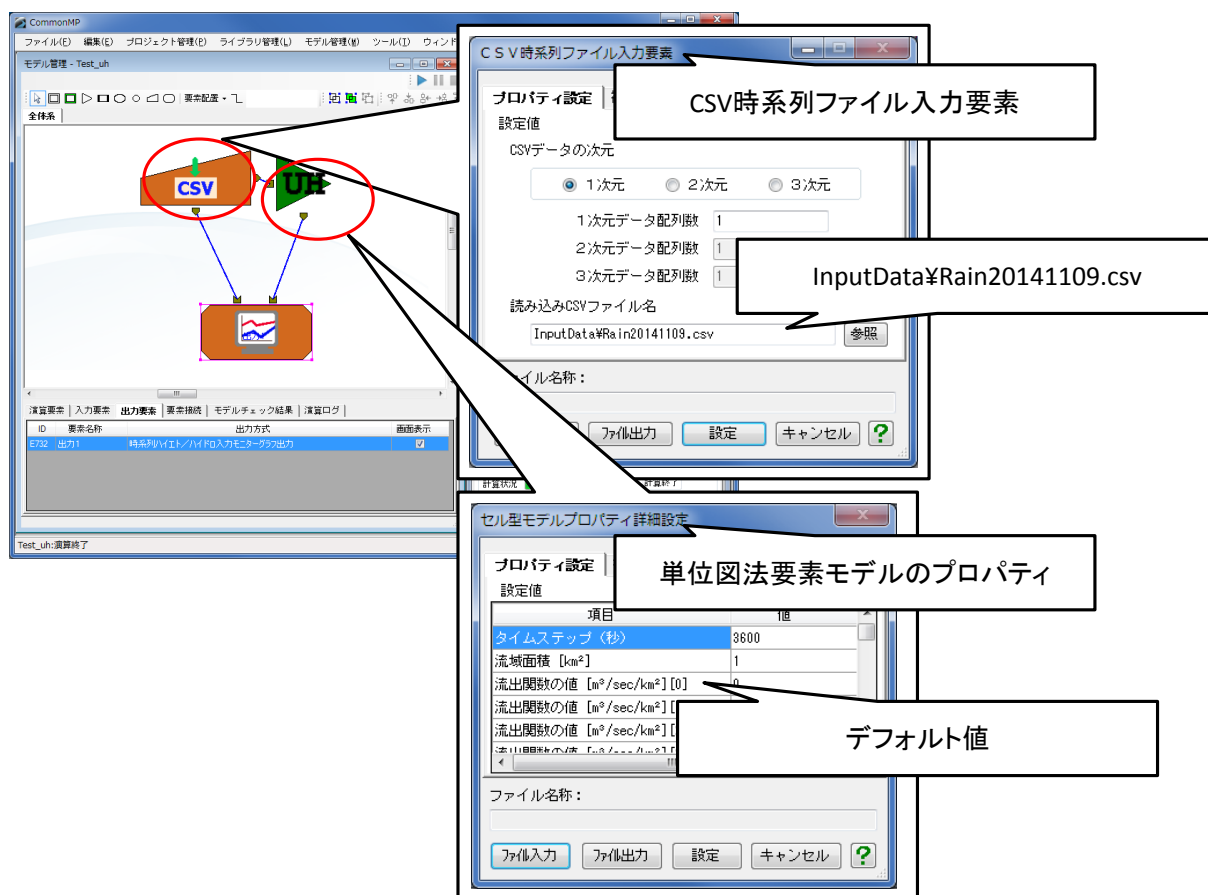


図 6-2: 入力要素の設定





## (2) 要素モデル演算結果の確認

この要素モデルによる計算結果と、文献との比較をグラフに示す（図 6-5）。また、その数値を表 6-3 に示す。

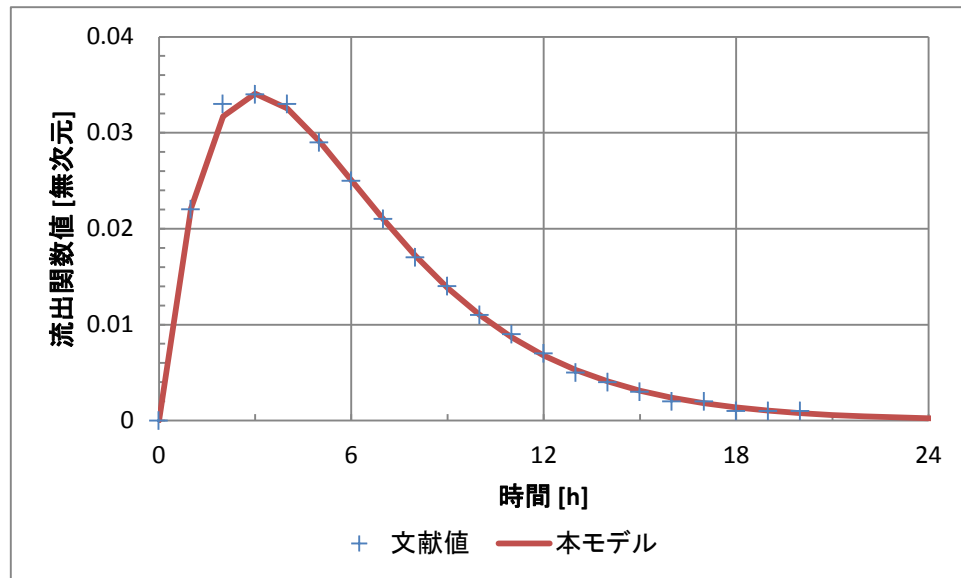


図 6-5: 本要素モデルによる計算結果と文献との比較

表 6-3: 本要素モデルによる計算結果と文献との比較（数表）

日付	文献値	本モデル
2014/11/9 0:00	0	0.00000
2014/11/9 1:00	0.022	0.02212
2014/11/9 2:00	0.033	0.03169
2014/11/9 3:00	0.034	0.03406
2014/11/9 4:00	0.033	0.03254
2014/11/9 5:00	0.029	0.02915
2014/11/9 6:00	0.025	0.02506
2014/11/9 7:00	0.021	0.02095
2014/11/9 8:00	0.017	0.01716
2014/11/9 9:00	0.014	0.01383
2014/11/9 10:00	0.011	0.01101
2014/11/9 11:00	0.009	0.00868
2014/11/9 12:00	0.007	0.00678
2014/11/9 13:00	0.005	0.00527
2014/11/9 14:00	0.004	0.00406

2014/11/9 15:00	0.003	0.00312
2014/11/9 16:00	0.002	0.00238
2014/11/9 17:00	0.002	0.00182
2014/11/9 18:00	0.001	0.00138
2014/11/9 19:00	0.001	0.00104
2014/11/9 20:00	0.001	0.00079
2014/11/9 21:00	－	0.00059
2014/11/9 22:00	－	0.00044
2014/11/9 23:00	－	0.00033

同様に、2014 年 10 月 5 日から 6 日にかけて東京地方で観測された降雨を与えた。結果を図 4-1 に示す。

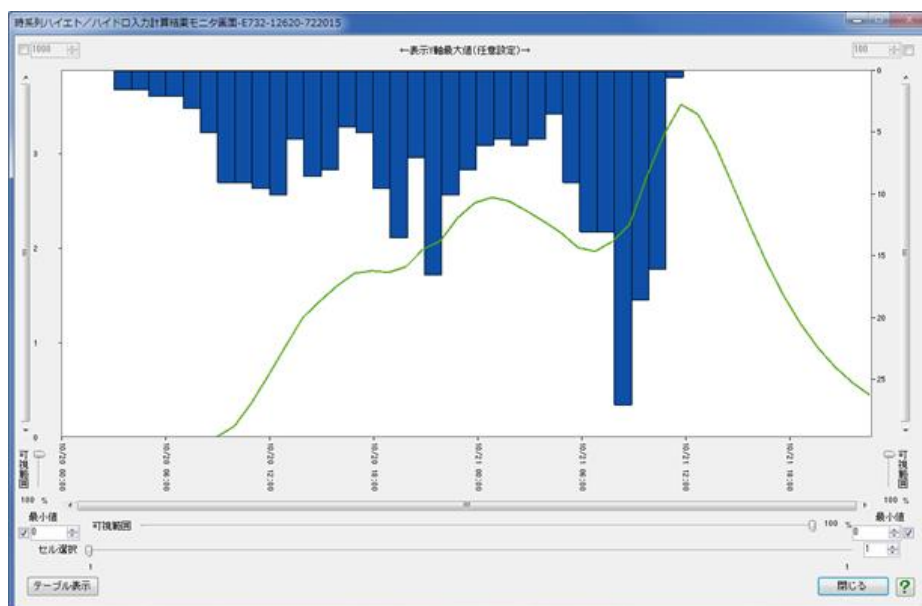


図 6-6: 2014 年 10 月 5 日から 6 日にかけて東京地方で観測された降雨を与えた結果

## 7. 要素モデル妥当性確認

本項目の記入の有無（あり・なし）

## 要素モデル利用許諾条件書

The MIT License (MIT)

Copyright (c) 2015 The Japan Civil engineering Consultants Association and Japan Society of Civil Engineers

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.