

統合モデル（RRI + UNST 洪水流） マニュアル

Ver.0.0.0

(2025.1)

目次

はじめに	p.1
------	-----

モデル概要

1. 実行環境・使用ソフト	p.2
---------------	-----

2. RRI	p.3-5
--------	-------

2.1 RRI とは.....	p.3
-----------------	-----

2.2 ファイル構成.....	p.4-5
-----------------	-------

参考文献

3. UNST	p.6-17
---------	--------

3.1 UNST とは.....	p.6
------------------	-----

3.2 基礎式.....	p.7-13
--------------	--------

3.3 UNST 全体像.....	p.14
-------------------	------

3.4 ファイル構成.....	p.15-16
-----------------	---------

参考文献

4. 統合モデル（RRI + UNST 洪水流）	p.17-22
--------------------------	---------

4.1 統合モデル（RRI + UNST 洪水流）とは.....	p.17
----------------------------------	------

4.2 ファイル構成.....	p.18-21
-----------------	---------

参考文献

入力データ

5. UNST インプットデータ	p.23-47
5.1 必須データ	p.23-30
5.1.1 計算格子 : node.dat, link.dat, mesh.dat	p.23-26
5.1.2 標高値 : bs.dat	p.27
5.1.3 格子属性 : inf.dat	p.28
5.1.4 粗度係数 : rn.dat	p.29
5.1.5 降雨 : rain.dat	p.30
5.1.6 降雨-座標対応表 : mesh2ij.dat	p.31
5.1.7 流入量 : qin.dat	p.32-33
5.2 植生抵抗データ	p.34-35
5.2.1 防備林 (倒伏しない) : planta, plantD	p.34
5.2.2 倒伏可能な植生 (ヨシなど) : plantF, plantN	p.35
5.3 田んぼダムデータ	p.36-40
5.3.1 田んぼ id : paddy.dat	p.36
5.3.2 排水関連パラメータ : pqout.dat	p.37
5.3.3 田んぼダムパラメータ : paddy_param.dat	p.38-39
5.3.4 遺伝的アルゴリズム : ga.txt, paddy_claster.dat	p.40
5.4 下水道・圃場データ	p.41-42
5.4.1 下水道・圃場 id : inf_dr.dat	p.41
5.4.2 下水道・圃場パラメータ : drain.dat	p.42
5.5 その他	p.43-47
5.5.1 線盛土 : morido.dat (未検証)	p.43

5.5.2 排水処理（境界）：dsmesh.dat（開発中） p.44-45

5.5.3 カルバート・樋門（樋管）・ポンプ：drfacility.dat（調整中） p.46-47

参考文献

実行

6. RRI（CUI）の実行 p.48-52

6.1 RRI Input.txt の管理.....p.47-51

6.2 実行.....p.52

7. UNST の実行 p.53-59

7.1 cntl.dat の管理.....p.53-56

7.2 実行.....p.57-59

8. 統合モデル（RRI + UNST 洪水流）の実行 p.60-63

8.1 cntl.dat の管理.....p.60

8.2 実行.....p.61-63

結果

9. 出力結果 p.64-72

9.1	時系列別浸水深 : h.dat (h.csv)	p.64-65
9.2	最大浸水深 : hmax.dat (hmaxdata.csv)	p.66-67
9.3	時系列別 x 方向の流速 : uum.dat	p.68
9.4	x 方向の最大流速 : uummax.dat	p.68
9.5	時系列別 y 方向の流速 : vvm.dat	p.69
9.6	y 方向の最大流速 : vvmmax.dat	p.69
9.7	時系列別流量 : q.dat	p.70
9.8	時系列別水収支 : unststrage.dat	p.70
9.9	田んぼダム 時間遅れ排水量 : dhp.dat	p.71
9.10	田んぼダム 田水深 : paddyh.dat	p.71
9.11	田んぼダム 流入量 : paddyq.dat	p.72

10. 出力結果の可視化<執筆中> p.73-77

10.1	図示	p.73-72
10.1.1	最大浸水深	p.73-74
10.1.2	最大流速	p.75
10.1.3	最大流体力	p.76
10.2	動画	p.77
10.2.1	浸水深, 流速, 流体力	p.77

その他

11. 関連コード一覧	p.78-78
-------------	---------

11.1 Fortran	p.78-79
--------------	---------

11.2 Python	p.80-81
-------------	---------

おわりに	p.82
------	------

付録

Python 環境 導入方法

Microsoft Visual Studio (Fortran 環境) 導入方法

QGIS 導入・操作方法

はじめに

本資料は統合モデル（RRI+UNST 洪水流）の仕様書およびマニュアルである．モデルの概要や入出力データの形式などを解説する．

入力データの作成方法例などは別資料の「統合モデル（RRI+UNST 洪水流）インプットデータ作成例」を参照いただきたい．

更新履歴

- 2024.06 マニュアル（仮）作成
- .10 マニュアルの分割・再構成
- 2025.01 マニュアル ver.0.0.0 作成

1. 実行環境・使用ソフト

推奨する実行環境・使用ソフトは以下の通りである。
なお、Windows 以外（Mac など）を使用する場合はこの限りではない。

RRI 開発・実行環境

- Visual Studio 2019 または 2022
- Intel Fortran (IFORT または IFX) 推奨

UNST 開発・実行環境

- Visual Studio 2019 または 2022
- Intel Fortran (IFORT または IFX) 推奨

インプットデータ作成

- QGIS Desktop 3.0 以上（安定版推奨）
2025/01 時点 安定版…QGIS Desktop 3.34
- SAGA GIS 7.8 以上（最新版推奨）
- Python3（Anaconda／Visual Studio Code 推奨）
- iRIC（Solver ; Nays2DH, Mflow_02）

各環境導入方法については付録を参照されたい。

2. RRI

2.1. RRI とは

RRI とは、流域に降った雨が河川に集まる現象、洪水が河川を流下する現象、河川を流れる水が氾濫原に溢れる現象を流域一体で予測するモデル（降雨流出氾濫モデル／Rainfall-Runoff-Inundation: RRI Model）のことである（図 2-1）。¹⁾

RRI の詳細は ICHARM が提供する RRI マニュアルを参照いただきたい。

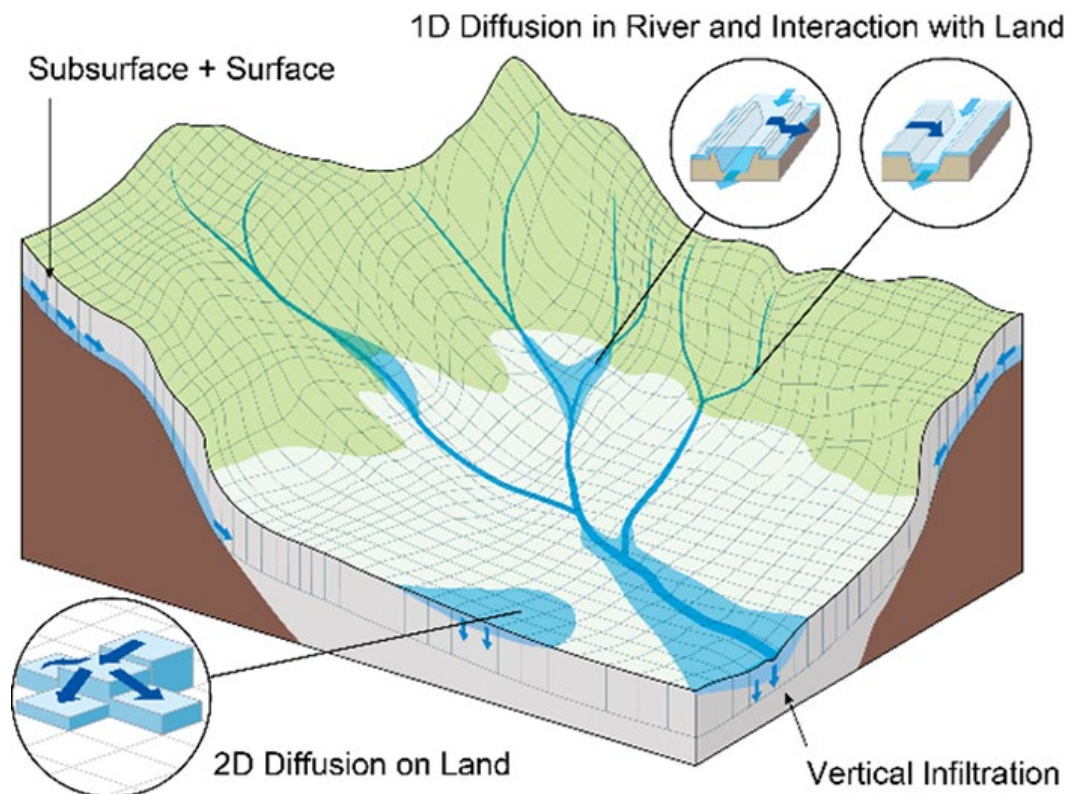
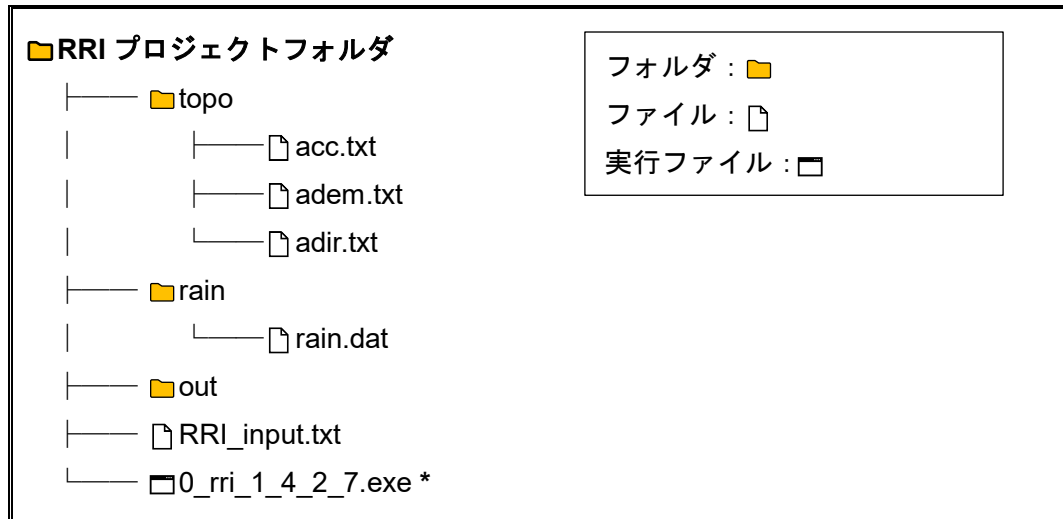


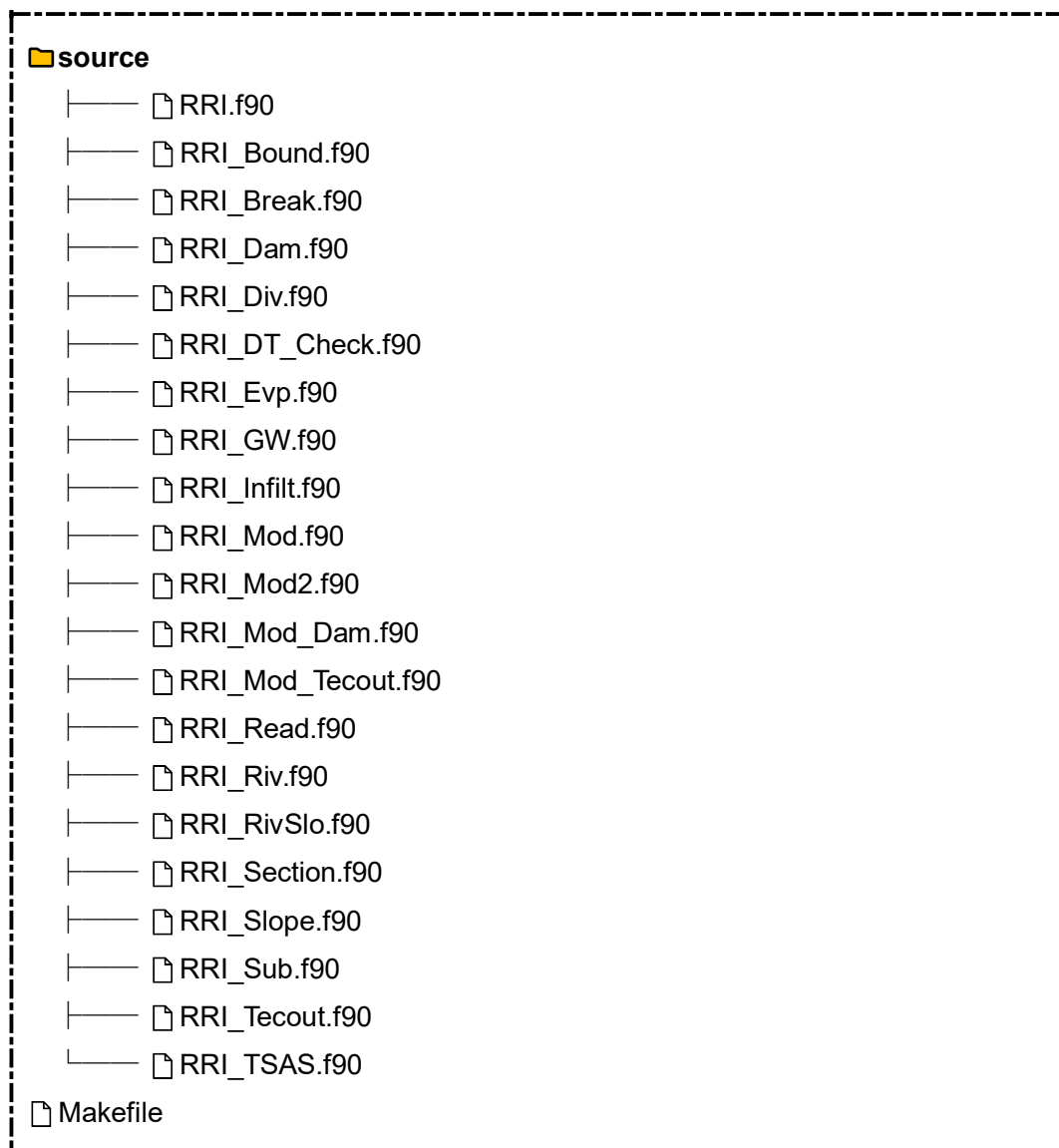
図 2-1 RRI モデルの概念図¹⁾

2.2. ファイル構成

RRI のプロジェクトフォルダの構成（最小構成）は以下の通りである．詳細は ICHARM が提供する RRI のマニュアルを参照いただきたい．



実行ファイル 0_rri_1_4_2_7.exe (25/01 時点) は以下のソースファイル群をコンパイルして作成する。ソースファイルは RRI-CUI > source > 1.4.2.7 に格納されている。



参考文献

1) ICHARM : 降雨流出氾濫モデル (RRI モデル) <https://www.pwri.go.jp/icharm/research/rri/index_j.html>

3. UNST

3.1. UNST とは

UNST とは、川池^りにより開発された、非構造格子を使用可能とする二次元汎用解析モデルである。非構造格子とは、不規則な形状または配列を有する格子のことであり、構造格子では表現が困難な複雑な形状を表現可能とする（図 3-1）。

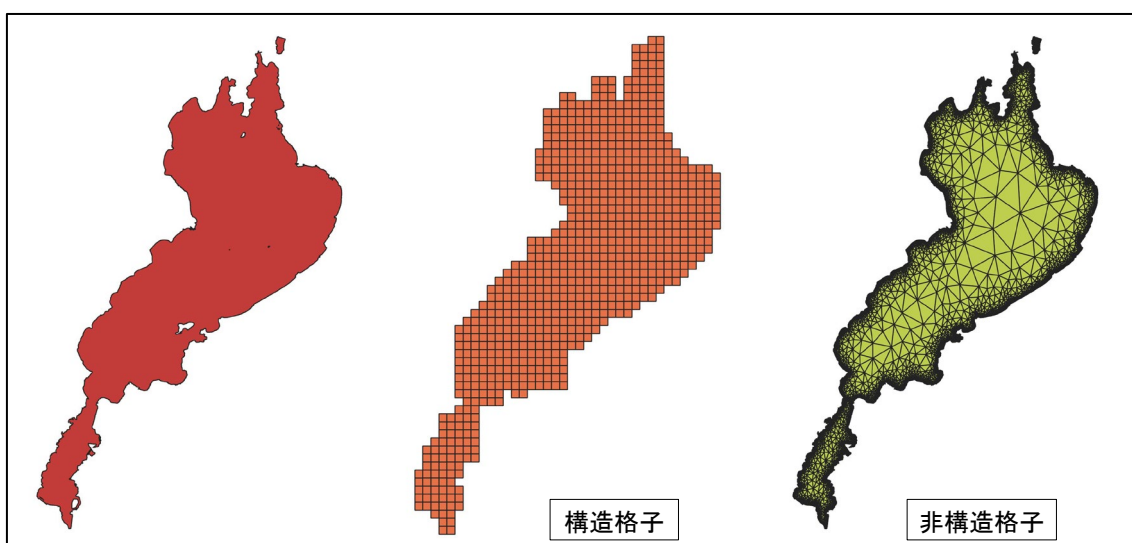


図 3-1 構造格子と非構造格子

3.2. 基礎式

UNST の基礎式について解説する．詳細は川池¹⁾を参照いただきたい．

二次元不定流計算

UNST の二次元不定流計算の基礎式は以下の浅水方程式である．

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(uM)}{\partial x} + \frac{\partial(vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \frac{\partial(vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w} \quad (3)$$

$$\tau_{bx} = \frac{\rho_w g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (4)$$

$$\tau_{by} = \frac{\rho_w g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (5)$$

ここで各変数は以下の通りである．

h : 水深 H : 水位 u : x 方向の流速 v : y 方向の流速

M : x 方向の流量フラックス ($M = uh$)

N : y 方向の流量フラックス ($N = vh$)

τ_{bx} : 水底面でのせん断応力の x 方向成分

τ_{by} : 水底面でのせん断応力の y 方向成分

ρ_w : 水の密度 n : 粗度係数 g : 重力加速度

このとき各未知量は次のように定義される (図 3-2).

- 全領域にデカルト座標軸 (x 軸, y 軸) を設定
- デカルト座標系における各方向の流速 (u, v) ・ 流量フラックス (M, N) は格子境界 (辺の中点) で定義
- 水深 h は格子の図心 (≡ 重心) で定義

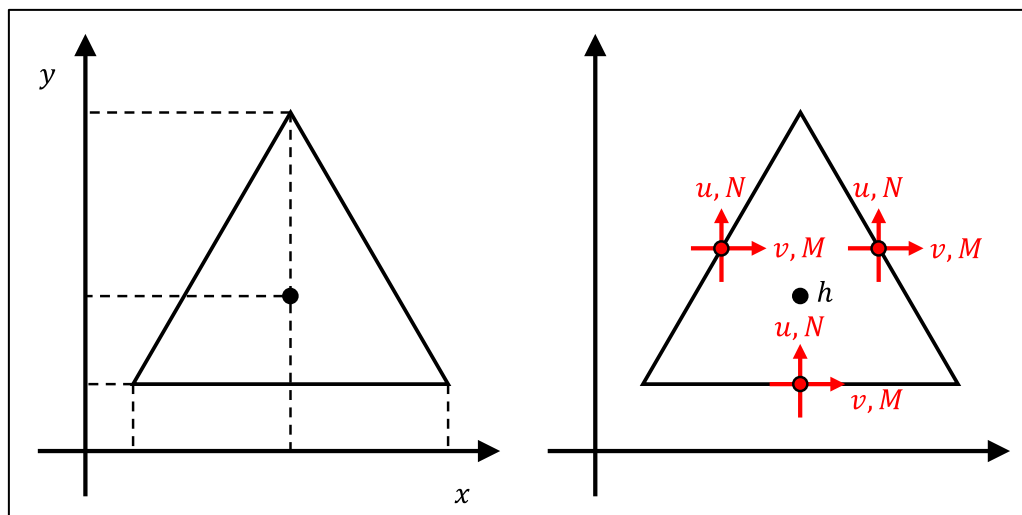


図 3-2 モデルの概要 1

計算は Leap-Flog 法を用いて陽的に進める．連続式の差分式は以下の式を用いる．

$$\frac{h_i^{n+3} - h_i^{n+1}}{2\Delta t} + \frac{1}{A_i} \sum_{l=1}^{m_i} \{M_l^{n+2}(\Delta y)_l - N_l^{n+2}(\Delta x)_l\} = 0 \quad (6)$$

ここで各変数は以下の通りである（図 3-3）．なお，上付き添え字は時間ステップである．

h_i : 格子 i の水深

m_i : 格子 i を囲む辺の数

A_i : 検査面

M_l : 辺 l 上の x 方向の流量フラックス

N_l : 辺 l 上の y 方向の流量フラックス

$(\Delta x)_l$: 辺 l 上での両端の点の x 座標の差

$(\Delta y)_l$: 辺 l 上での両端の点の y 座標の差

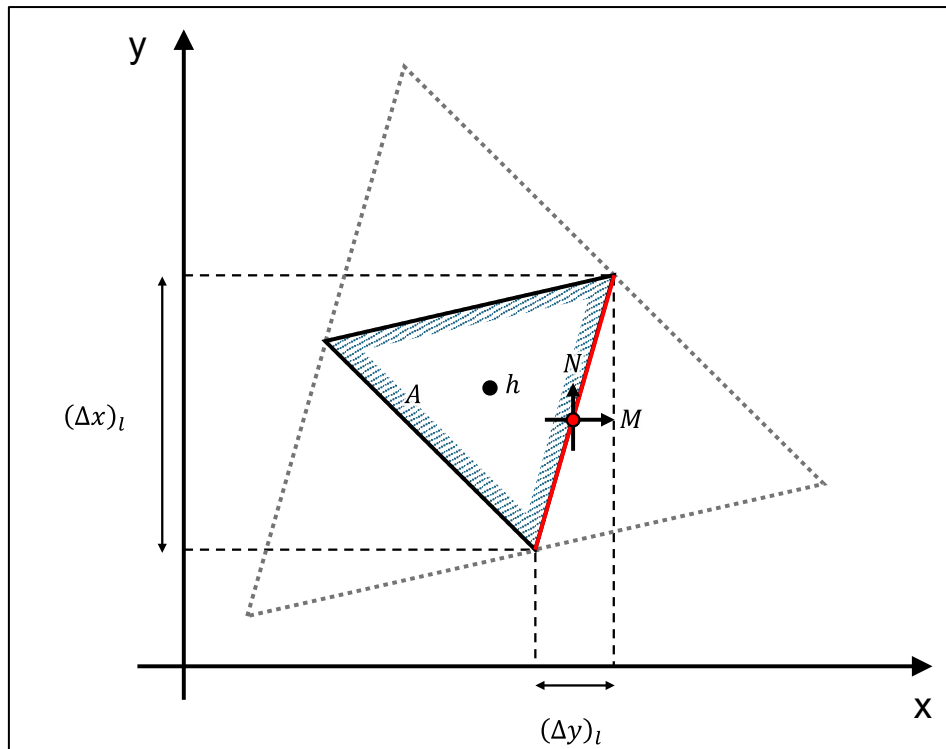


図 3-3 モデルの概要 2

運動量式について、格子 i と格子 j に挟まれた格子辺 L における計算には以下の差分式を用いる.

(x 方向)

$$\frac{M_L^{n+2} - M_L^n}{2\Delta t} + M1 + M2 = -g\tilde{h}_L^{n+1}(\nabla H)_x - \frac{g\tilde{h}_L^2 \frac{M_L^{n+2} + M_L^n}{2} \sqrt{(u_L^n)^2 + (v_L^n)^2}}{(\tilde{h}_L^{n+1})^{4/3}} \quad (7)$$

(y 方向)

$$\frac{N_L^{n+2} - N_L^n}{2\Delta t} + N1 + N2 = -g\tilde{h}_L^{n+1}(\nabla H)_y - \frac{g\tilde{h}_L^2 \frac{N_L^{n+2} + N_L^n}{2} \sqrt{(u_L^n)^2 + (v_L^n)^2}}{(\tilde{h}_L^{n+1})^{4/3}} \quad (8)$$

ここで各変数は以下の通りである.

M_L : 格子辺 L 上の x 方向の流量フラックス

N_L : 格子辺 L 上の y 方向の流量フラックス

$(\nabla H)_x$: 格子 i と格子 j 間の水面勾配 ∇H の x 方向成分

$(\nabla H)_y$: 格子 i と格子 j 間の水面勾配 ∇H の y 方向成分

u_L : 格子辺 L 上の x 方向の流速

v_L : 格子辺 L 上の y 方向の流速

\tilde{h}_L : 格子辺上の水深

$M1, M2$: (2)式の移流項 (左辺第2項, 第3項)

$N1, N2$: (3)式の移流項 (左辺第2項, 第3項)

検査面について $M1 + M2$ と $N1 + N2$ は以下のように計算する.

$$M1 + M2 = \frac{1}{A_{cv}} \sum_{l=1}^{m'} \{ (u_l \hat{M}_l)(\Delta y)_l - (v_l \hat{M}_l)(\Delta x)_l \} \quad (9)$$

$$N1 + N2 = \frac{1}{A_{cv}} \sum_{l=1}^{m'} \{ (u_l \hat{N}_l)(\Delta y)_l - (v_l \hat{N}_l)(\Delta x)_l \} \quad (10)$$

ここで各変数は以下の通りである.

A_{cv} : 検査面の面積 (2 格子の面積の和)

m' : 検査面を囲む辺の数

u_l , v_l : 辺 l 上での流速

$(\Delta x)_l$: 辺 l の両端の点の x 座標の差

$(\Delta y)_l$: 辺 l の両端の点の y 座標の差

\hat{M} , \hat{N} : 格子の重心上の流量フラックス

格子边上の流速方向にしたがって上流側の補間流量フラックスを使用

\hat{M} , \hat{N} は格子边上の流量フラックスから補間して求める.

m 角形の格子において,

$$\hat{M} = \frac{\frac{1}{d_1} M_1 + \cdots + \frac{1}{d_m} M_m}{\frac{1}{d_1} + \cdots + \frac{1}{d_m}} \quad (11)$$

$$\hat{N} = \frac{\frac{1}{d_1} N_1 + \cdots + \frac{1}{d_m} N_m}{\frac{1}{d_1} + \cdots + \frac{1}{d_m}} \quad (12)$$

ここで各変数は以下の通りである.

d_1 , d_2 , \cdots , d_m : 各辺の中点とこの格子の重心との距離

M_1 , M_2 , \cdots , M_m : 各边上の x 方向の流量フラックス

N_1 , N_2 , \cdots , N_m : 各边上の y 方向の流量フラックス

格子 i と格子 j 間の水面勾配 ∇H の各方向成分 $(\nabla H)_x, (\nabla H)_y$ は以下のように計算する.

$$(\nabla H)_x = \frac{H_j - H_i}{DL} \cdot \frac{x_j - x_i}{DL} \quad (13)$$

$$(\nabla H)_y = \frac{H_j - H_i}{DL} \cdot \frac{y_j - y_i}{DL} \quad (14)$$

ここで各変数は以下の通りである.

H_i : 格子 i の水位 H_j : 格子 j の水位

(x_i, y_i) : 格子 i の図心の座標 (x_j, y_j) : 格子 j 間の図心の座標

DL : 格子 i と格子 j の図心間距離 ($DL = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$)

また, 格子边上の水深 \tilde{h}_L および粗度係数 \tilde{n}_L は格子辺 L を形成する 2 つの格子 (格子 i , 格子 j) より補間して求める. 格子の図心と辺 L の中点の距離の逆数に比例する形で補完する.

$$\tilde{h}_L = \frac{\frac{1}{d_i} h_i + \frac{1}{d_j} h_j}{\frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_j}} = \frac{d_j h_i + d_i h_j}{d_i + d_j} \quad (15)$$

$$\tilde{n}_L = \frac{\frac{1}{d_i} n_i + \frac{1}{d_j} n_j}{\frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_j}} = \frac{d_j n_i + d_i n_j}{d_i + d_j} \quad (16)$$

ここで各変数は以下の通りである.

h_i : 格子 i の水深 h_j : 格子 j の水深

n_i : 格子 i の粗度係数 n_j : 格子 j の粗度係数

d_i : 格子 i の図心と辺 L の中点の距離

d_j : 格子 j の図心と辺 L の中点の距離

一次元不定流計算

一次元不定流計算を今後改良・実装予定である.

3.3. UNST 全体像

UNST の全体像は図 3-4 の通りである.

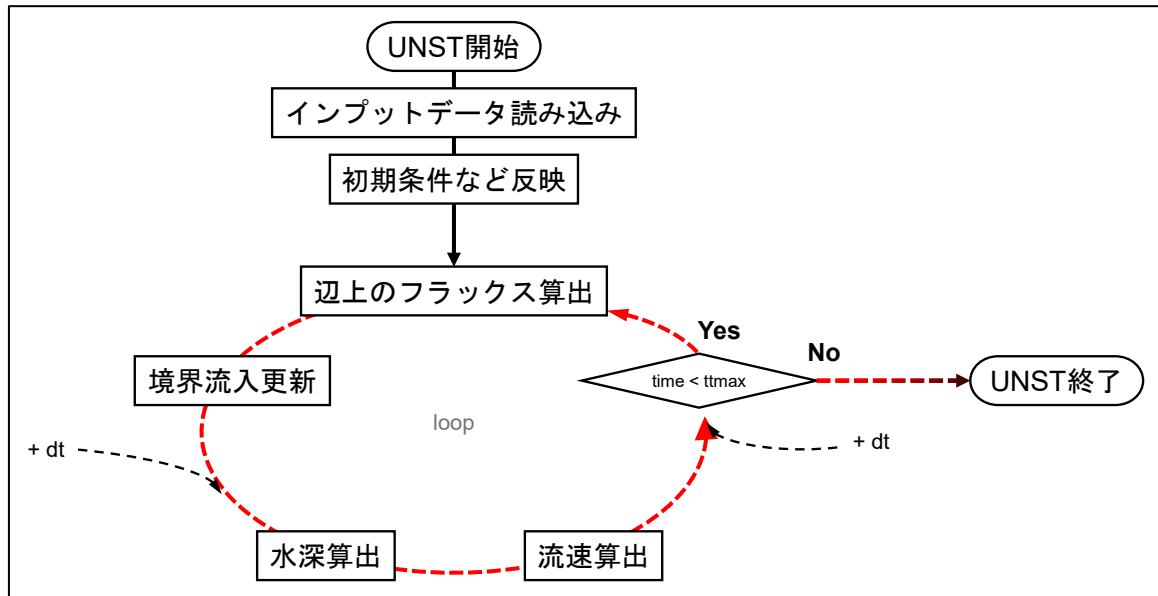
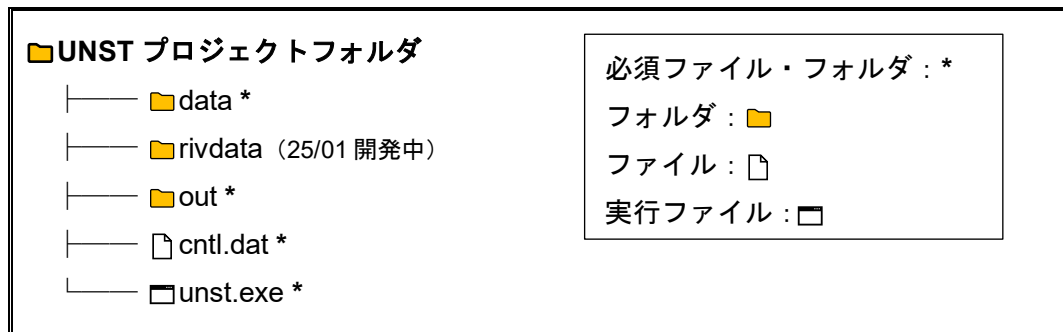


図 3-4 UNST 全体像

3.4. ファイル構成

UNST のプロジェクトフォルダの構成は以下の通りである。



参考文献

- 1) 川池健司：都市における氾濫解析法とその耐水性評価への応用に関する研究 - 第2章 都市域の氾濫解析手法，京都大学学位論文 (2002)

4. 統合モデル（RRI + UNST 洪水流）

4.1. 統合モデル RRI + UNST 洪水流とは

瀧らにより，RRI と UNST を結合した流出抑制対策の効果を適切に評価可能な流域治水検討用一体型モデル（以後，統合モデル）が開発された（図 4-1）。「降雨→流出→流下→氾濫」の一連の現象を一体的に解析可能なモデルであり，田んぼダムや下水道・圃場など，流出抑制対策のモデルが同時に組み込まれている。

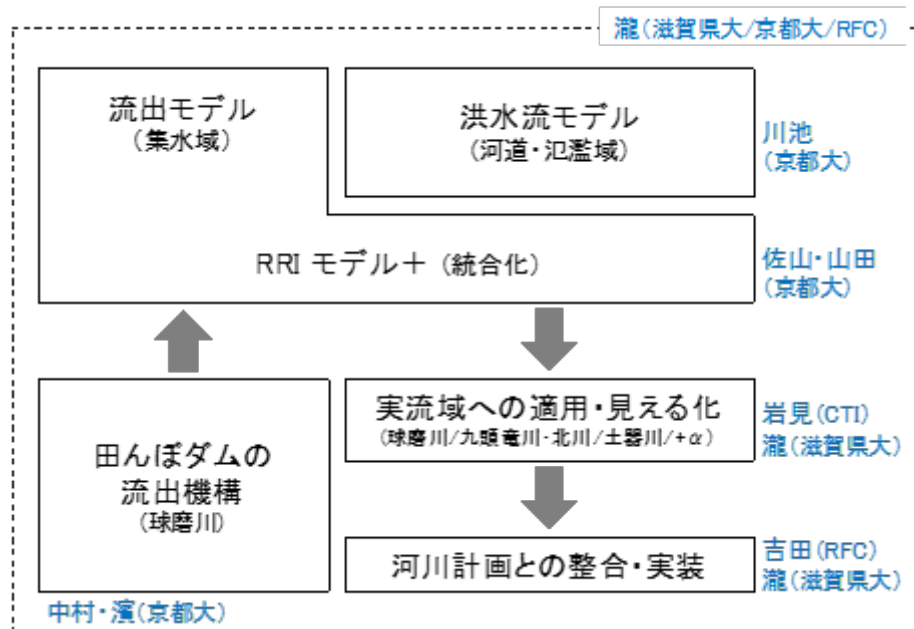
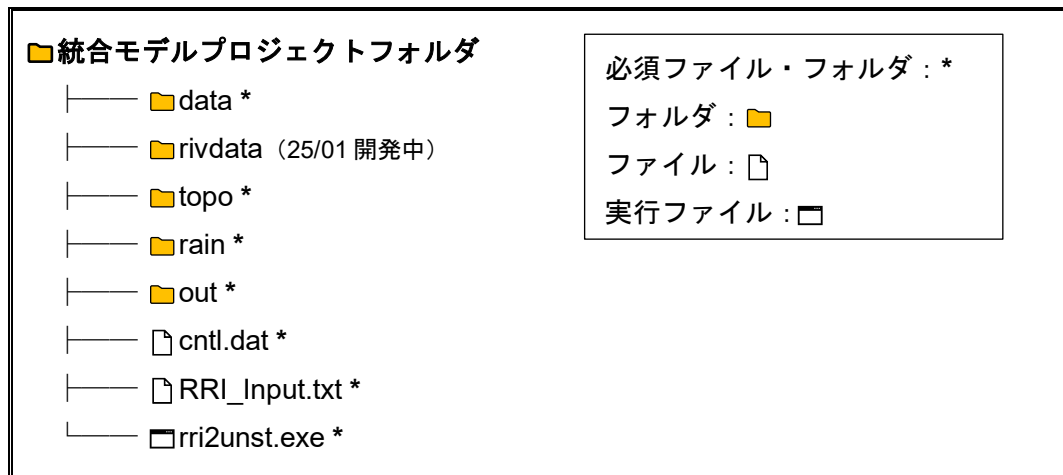


図 4-1 統合モデルの開発

4.2. ファイル構成

統合モデルのプロジェクトフォルダの構成は以下の通りである。



📁 data *

- └─ 📄 node.dat *
- └─ 📄 link.dat *
- └─ 📄 mesh.dat *
- └─ 📄 bs.dat *
- └─ 📄 inf.dat *
- └─ 📄 rn.dat *
- └─ 📄 inf.dat *
- └─ 📄 rain.dat *
- └─ 📄 mesh2ij.dat *
- └─ 📄 qin.dat *
- └─ 📄 plantD.dat, planta.dat
- └─ 📄 plantF.dat, plantN.dat
- └─ 📄 paddy.dat, pqout.dat, paddy_param.dat
- └─ 📄 inf_dr.dat, drain.dat
- └─ 📄 morido.dat
- └─ 📄 ga.txt, paddy_cluster.dat
- └─ 📄 dsmesh.dat
- └─ 📄 drfacility.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

📁 rivdata (開発中)

- └─ 📄 kasho.dat
- └─ 📄 hahosei.dat
- └─ 📄 hrhosei.dat
- └─ 📄 knode.dat
- └─ 📄 hydr.dat
- └─ 📄 shoki.dat
- └─ 📄 ksetsuzoku.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

実行ファイル **unst.exe** は以下のソースファイル群をコンパイルして作成する.



※Windows (Visual Studio 環境) では使用しない.

参考文献

1) --

5. UNST インプットデータ作成

5.1. 必須データ

UNST を実行する際に必須となるインプットデータは大きく
「node.dat, link.dat, mesh.dat, bs.dat, inf.dat, rn.dat, rain.dat, mesh2ij.dat, qin.dat」
の 8 項目である。

5.1.1. 計算格子 : node.dat, link.dat, mesh.dat

計算格子の形状に関する情報は 3 つの dat ファイルで構成されている（図 5-1）。

- ①格子に使用されている全頂点（node）座標のみを格納した node.dat
- ②格子辺情報（node のつながり方など）を格納した link.dat
- ③格子情報（格子を構成する node と link, 格子の面積など）を格納した mesh.dat

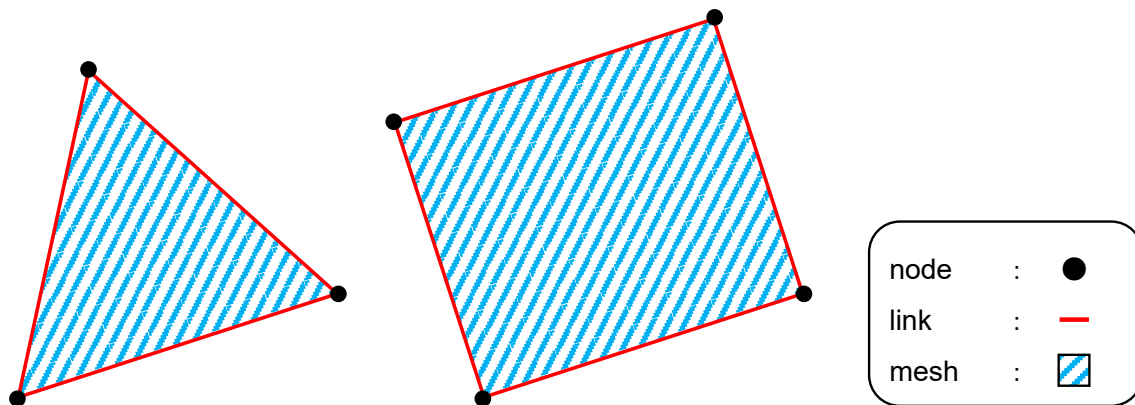


図 5-1 計算格子の概要

各 dat ファイルの形式は以下の通りである。
なお、括弧 “[]” 内の数値は複数個記載される情報の個数を示す。

node.dat

全頂点 (node) 数

node 番号 x 座標 y 座標 `format(8x,2f10.2)`

例)

22326

1 19639.77 -67623.93

2 19642.46 -67638.41

3 19630.25 -67636.30

4 22499.63 -55175.68

5 22505.22 -55192.79 ...

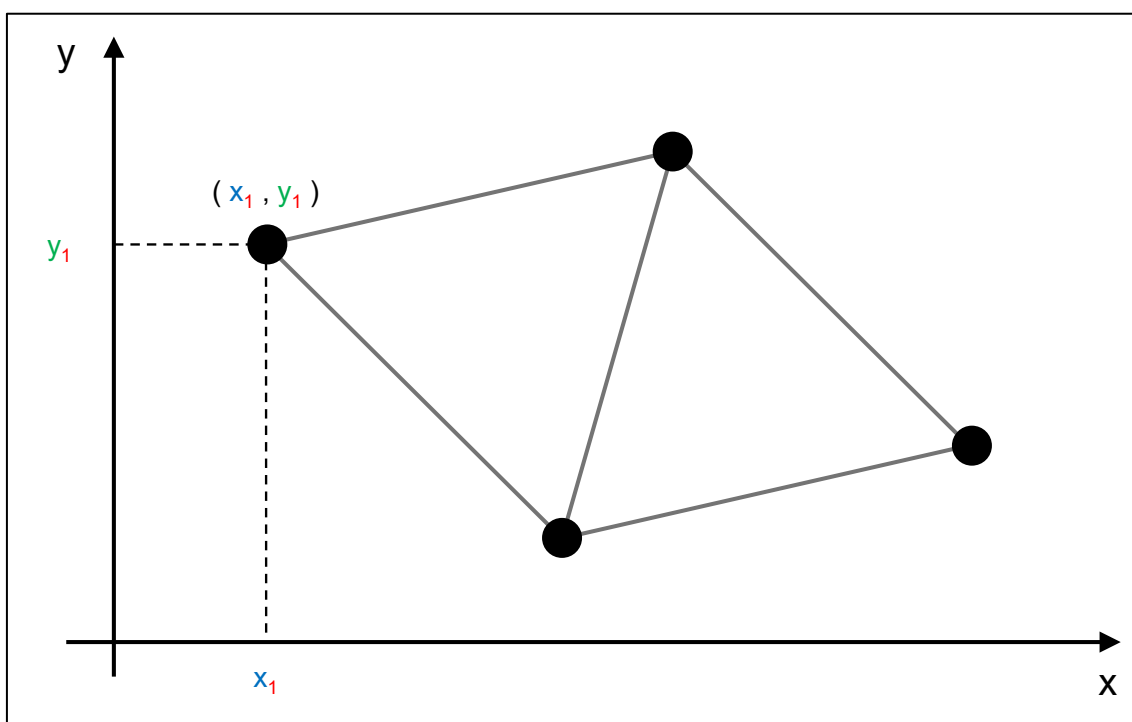


図 5-2 node.dat

link.dat

全 link 数

link 番号 link 両側の mesh 番号[2]※₁

link 両端の node 番号[2]

format(8x,2i8,2x,2i8)

両側の格子面積の和 水深補間に用いる両側格子のウェイト[2]

format(8x,f10.2,2f10.5)

x 方向への分解パラメータ y 方向への分解パラメータ

format(18x,2f10.5)

※₁ : link がエリアの外縁線の場合は 2 つ目の mesh 番号が 0 になる

例)

65108

1	1	352	1	3
	147.60	0.42156	0.57844	
		-0.65997	0.75129	
2	1	8555	3	2
	170.24	0.49702	0.50298	
		-0.18231	-0.98324	
3	1	21	2	1
	185.59	0.53256	0.46744	
		0.97191	0.23535	...

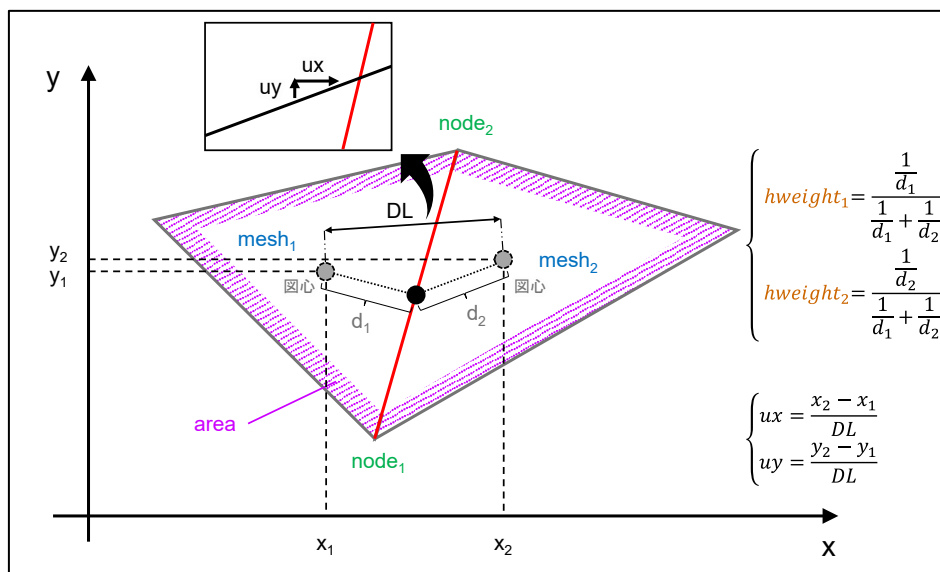


図 5-3 link.dat

mesh.dat

全 mesh 数

mesh 番号 格子を形成する node の数 格子を囲む node 番号[3~]

format(8x,i5,5x,20i8)

格子を囲む link 番号[3~]

format(13x,20i8)

格子面積 重心の x 座標 重心の y 座標

format(6x,3f15.2)

流量フラックス補間に用いる各 link のウェイト[3~]

format(13x,20f10.5)

例)

42783

1	3	1	3	2
		1	2	3
		85.56	19637.49	-67632.88
		0.36592	0.29452	0.33956
2	3	4	6	5
		4	5	6
		104.06	22499.46	-55187.56
		0.39556	0.25910	0.34534 ...

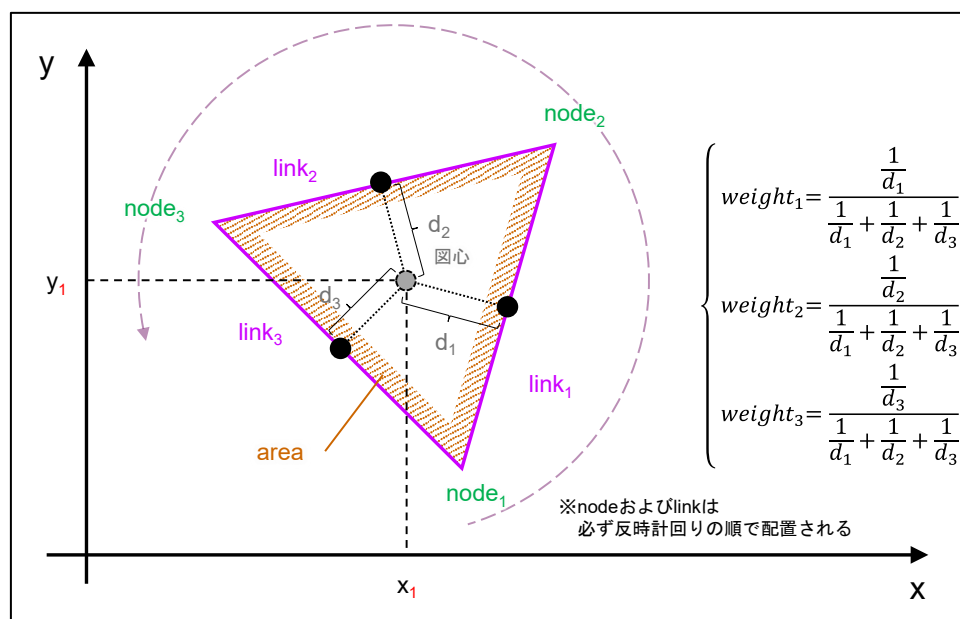


図 5-4 mesh.dat

5.1.2. 標高値 : bs.dat

各格子の地盤高情報は bs.dat に格納する.

行ごとに **mesh 番号** の記載が必要であるものの, UNST 内では読み飛ばされているため, mesh 番号順に記載する必要がある.

bs.dat

mesh 番号 標高値 ※行と mesh 番号が対応関係
--

例)

1	85.83	
2	126.03	
3	125.72	
4	85.49	
5	84.61	...

5.1.3. 格子属性（土地利用属性）：inf.dat

各格子の属性（≡土地利用）情報は inf.dat に格納する．数値（整数値）で格子属性を分類・指定する．1つの格子あたり1つの属性を指定する．

原則 1～99 の値から任意の整数値を使用することで分類可能であるが，一部の整数値と土地利用は規定されているため，注意が必要である（表 5-1）．

また，田んぼ及び田んぼダム関連の inf 値が規定されている．71 は山村ら¹⁾，それ以外は北島ら²⁾によって作成されたものであり，異なる処理が行われるため注意が必要である．

表 5-1 規定された属性と inf の値（25/01/時点）

値	格子属性（土地利用）
0	無効メッシュ?（確認中）
4	学校
5	公園
20	田んぼ関連（確認中）
25	ポンプ
26	ため池
61	水田
62	水路との接続がない水田
63	田んぼダムを考慮しない 水田
71	田んぼダム

inf.dat

inf 値 ※行と mesh 番号が対応関係

例)

```
1
1
24
24
24 ...
```

5.1.4. 粗度係数 : rn.dat

粗度係数は rn.dat に格納する． inf.dat と対応関係にあり， inf 値と粗度係数の対応表形式で記載する．したがって，格子毎の記載（指定）ではないため注意が必要である．また， inf.dat で使用した inf 値は網羅する必要がある．

rn.dat

inf 値の種類数

inf 値 粗度係数

例)

3	
1	0.067
8	0.043
24	0.035

5.1.5. 降雨 : rain.dat

降雨情報は rain.dat に格納する．時空間分布を持つ降雨を与えることが可能である．形式は RRI の rain.dat と同様の形式を使用する．なお，降雨の解像度や範囲は cntl.dat で管理されている．

rain.dat

時刻	x 方向のメッシュ数	y 方向のメッシュ数
降雨量 (mm/h)	} (y 方向のメッシュ数行)	
...		
} (x 方向のメッシュ数列)		
...		

例)

	0	80	240			
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
...						
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
1800	80	240				
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
...						
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 ...
...						

5.1.6. 降雨-座標対応表 : mesh2ij.dat

rain.dat と mesh.dat を紐づける情報は mesh2ij.dat に格納する.

UNST では格子重心に重なる降雨データを格子に与えるため, rain.dat と mesh.dat の紐づけが必要となる. rain.dat の座標系における各格子の重心座標を記載する.

mesh2ij.dat

x 座標 y 座標 ※各格子の重心座標 (rain.dat の座標系) / 行と mesh 番号が対応関係

例)

136.19020080566406 35.806884765625
136.1914520263672 35.806884765625
136.19268798828125 35.806884765625 ...

5.1.7. 流入量 : qin.dat

UNST 外縁からの流入量は qin.dat に格納する。UNST では外縁の link に流入量を受け渡すことが可能である。各 link の流入量はそれぞれ時系列順に記載する。ただし、複数行にまたがって記載することも可能である。

統合モデルでは各ステップの流入量は不要となるが、流入 link 番号が必要となるため、流入 link 数と流入 link 番号のみ記載が必要となる。

qin.dat

流入 link 数	流入ステップ数	
	流入 link 番号 (1 個目)	
...		
	流入 link 番号 (n 個目)	
	(流入 link 番号 1 個目に対する) ステップごとの流入量	統合モデルでは不要
	(流入 link 番号 1 個目に対する) ステップごとの流入量	
...		
	(流入 link 番号 n 個目に対する) ステップごとの流入量	

例)

2	12							
		5061						
		5065						
	0.0	5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
	70.0	80.0	90.0	100.0				
	0.0	5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
	70.0	80.0	90.0	100.0				

なお，流入箇所が 1 か所の場合に限り，qin は以下の形式でもよい。
※統合モデルの場合は不可。

qin.dat（流入箇所が 1 つの場合のみ）

流入ステップ数
流入 link 番号
ステップ 1 の流入量
...
ステップ n の流入量

例)

48
32060
100.0
...
100.0

5.2. 植生抵抗データ（修正中）

UNST には 2 種類の植生抵抗モデルが実装されている。

- ①倒伏を考慮しない植生抵抗モデル
- ②倒伏を考慮する植生抵抗モデル

それぞれ異なるインプットデータとなるため、注意が必要である。

5.2.1. 倒伏を考慮しない植生抵抗モデル : planta.dat, plantD.dat

竹林（防備林）など倒伏を考慮しない植生抵抗に関する情報は planta.dat, plantD.dat の 2 つのファイルで構成されている。

- ①各格子の樹林帯の樹林密度(本 / m³)を格納した planta.dat
- ②各格子の樹林帯の胸高直径(m)を格納した plantD.dat

各 dat ファイルの形式は以下の通りである。

なお、植生抵抗を適用しない格子を含めた **全ての格子に値を指定する必要がある**。

planta.dat

樹林密度（本 / m³）※行と格子番号が対応関係

例)

```
0.0000000000000000
100.0000000000000000 ...
```

plantD.dat

胸高直径（m）※行と格子番号が対応関係

例)

```
0.0000000000000000
0.5000000000000000 ...
```

5.2.2. 倒伏を考慮する植生抵抗モデル : plantF.dat, plantN.dat

ヨシなど倒伏を考慮する植生抵抗に関する情報は plantF.dat, plantN.dat の 2 つのファイルで構成されている。

- ①各格子の植生 1 本当たりの抗力を格納した plantF.dat
- ②各格子の植生の本数を格納した plantN.dat

各 dat ファイルの形式は以下の通りである。
planta.dat, plantD.dat 同様、植生抵抗を適用しない格子を含めた**全ての格子に値を指定する必要がある**。

plantF.dat

植生 1 本当たりの抗力※行と mesh 番号が対応関係

例)

```
0.0000000000000000
1.0000000000000000
0.0000000000000000 ...
```

plantN.dat

植生の本数※行と mesh 番号が対応関係

例)

```
0.0000000000000000
100.000000000000000
0.0000000000000000 ...
```

5.3. 田んぼダムデータ

UNST には、山村ら¹⁾により田んぼダムの一時的貯留および排水遅れを再現するモデルが実装されている。具体的な処理は農林水産省が公開する水田流出簡易計算プログラム ver.0.0³⁾に準じる。また、遺伝的アルゴリズムで田んぼダムの最適配置の探索機能も実装されている。詳細については山村ら¹⁾を参照いただきたい。

また、北島ら²⁾により実装された田んぼダムモデルも存在するが、本資料では割愛する。

5.3.1. 田んぼ id : paddy.dat

田んぼダムモデルに使用する田んぼの場所および識別情報は paddy.dat に格納する。1 つの田んぼが複数格子に分割されている場合は同一の値となる。

なお、田んぼダムを適用しない格子を含む**全ての格子に値を指定する必要がある**。

paddy.dat

田んぼ id ※行と格子番号が対応関係／田んぼではないメッシュは 0

例)

```
37
0
0
0
2
...
```

5.3.2. 排水関連パラメータ : pqout.dat

田んぼダムのメッシュ番号や落水線との位置関係などの情報は pqout.dat に格納する.

pqout.dat

田んぼダムの総数						
A	B	C	D	E	F	G
A : 直近落水線のメッシュ番号						
B : A と最小距離を持つ田んぼダムのメッシュ番号						
C : AB 間の距離						
D : オリフィスの数						
E : 計画排水メッシュ番号						
F : 直近落水線 A から排水メッシュ E までの落水線をたどった場合の距離						
G : 田んぼダムのタイプ						

例)

350						
114495	2744	20.9881	1.0	88274	3723.7179	1
818	2682	40.5884	1.0	88274	3760.6777	1
113040	1239	71.2871	1.0	88274	3393.1511	1
...						

5.3.3. 田んぼダムパラメータ : paddy_param.dat

田んぼダムの畔高など各種パラメータは paddy_param.dat に格納する．指定した値は全ての田んぼダムに適用される．

paddy_param.dat

lh=	畦畔高 (m)
wh1=	水管理用堰板の高さ (m)
wh2=	機能一体型の器具の高さ (m)
ww1=	器具の切欠幅 (m)
ww2=	落水柵の排水口幅 (m)
ca=	器具の中心角 (度)
wtyp=	器具のタイプ 1:一体型 2:分離型 0:田んぼダムなし
dld=	畦畔天端と器具上端の高さの差 (m)
dd=	器具の穴直径 (m)
dh=	田面から器具の穴中心までの高さ (m)
p_data=	排水管の直径 (m)
ph=	排水管中心までの高さ (m)

例)

lh=	0.3
wh1=	0.03
wh2=	0.1
ww1=	0.3
ww2=	0.1
ca=	45
wtyp=	1
dld=	0.1
dd=	0.05
dh=	0.3
p_data=	0.15
ph=	0.3

参考)

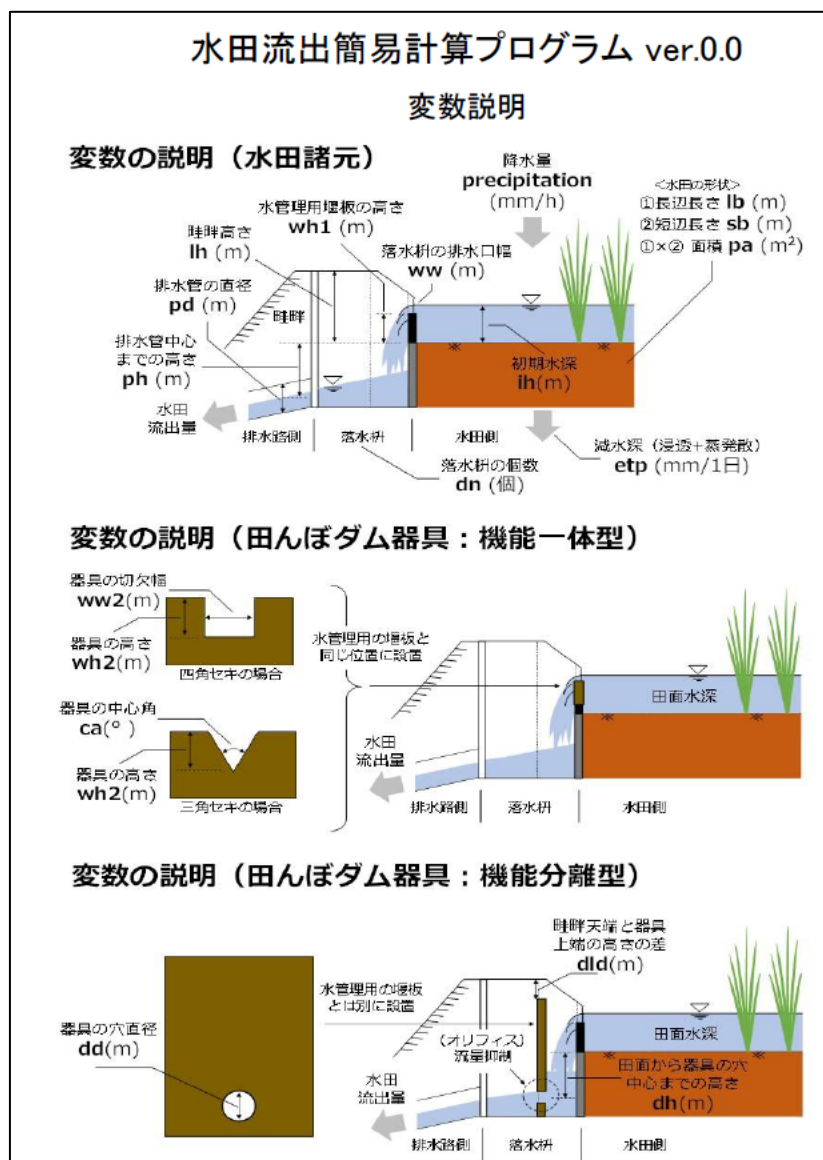


図 5-5 田んぼダム各種パラメータ

（農林水産省 農村振興局 整備部：

水田流出簡易計算プログラム Ver.0.0

（ryuuki_tisui-3.xlsm 変数説明シート）より引用）

5.3.4. 遺伝的アルゴリズム : ga.txt, paddy_cluster.dat (開発中)

田んぼダムの最適配置を探索する遺伝的アルゴリズムに関する情報は ga.txt, paddy_cluster.dat の 2 つのファイルで構成されている.

①を格納した ga.txt

②を格納した paddy_cluster.dat

各ファイルの形式は以下の通りである.

ga.txt

値 ※cntl で指定した田んぼダムの分読み込まれる

例)

0 1 1 1 0

paddy_cluster.dat

値 ※行と mesh 番号が対応関係

例)

0
1
0
0
0

5.4. 下水道・圃場データ

UNST には、集水・排水（遅れ）を表現する下水道・圃場モデルが実装されている。

5.4.1. 下水道・圃場 id : inf_dr.dat

下水道・圃場エリアの場所および識別番号は inf_dr.dat に格納する。

なお、下水道・圃場を適用しない格子を含む**全ての格子に値を指定する必要がある**。

inf_dr.dat

値 ※行と mesh 番号が対応関係

例)

0	
1	
0	
0	
0	...

5.4.2. 下水道・圃場パラメータ : drain.dat

下水道・圃場エリアの処理面積や処理雨量などの情報は **drain.dat** に格納する。
下水道・圃場 id 毎の各パラメータを記載する。したがって、格子毎の記載（指定）ではないため注意が必要である。また、**inf_dr.dat** で使用した値は網羅する必要がある。

drain.dat

下水道・圃場エリアの数				
drn	drp	drc	dist	
x	xx.xx	xxxxx	xxxxx	xxx.xx

drn: エリア id.				
drp: 計画処理降雨量(mm/hr)				
drc: エリア別の計画排水ポイント(mesh 番号)				
dist: drc から drp までの距離				

例)

2				
1	40.00	108825	120098	159.29
2	20.00	101125	10043	120.18

5.5. その他

UNST にはその他様々な処理が実装されている。

- ①線盛土
- ②排水処理（境界）
- ③カルバート・樋門・ポンプ

5.5.1. 線盛土 : morid.dat（未検証）

線盛土は指定した link 番号に標高値とは別に盛土（標高値≠盛土高）の値を設定し、指定 link 上では完全越流または潜り越流を計算する。

指定された link では必ず越流公式が適用されるため指定には注意が必要である。

morido.dat

盛土を設定する link の総数

link 番号 盛土標高値

例)

101	
1	100.17
5	98.45
124	89.67

5.5.2. 排水処理（境界）: dsmesh.dat（開発中）

UNST 計算領域 - 計算領域外の処理の情報は dsmesh.dat に格納する．外縁 link を 1 つのみ有する mesh 番号のみ指定可能である（図 5-）．

境界処理には「自由流出処理」が実装されている．なお，自由流出は指定 mesh に流入するフラックスを自由流出にするとともに，指定 mesh の水深を強制的に 0 にする処理である．

dsmesh.dat

排水処理格子数

mesh 番号

例)

30
157
170
172 ...

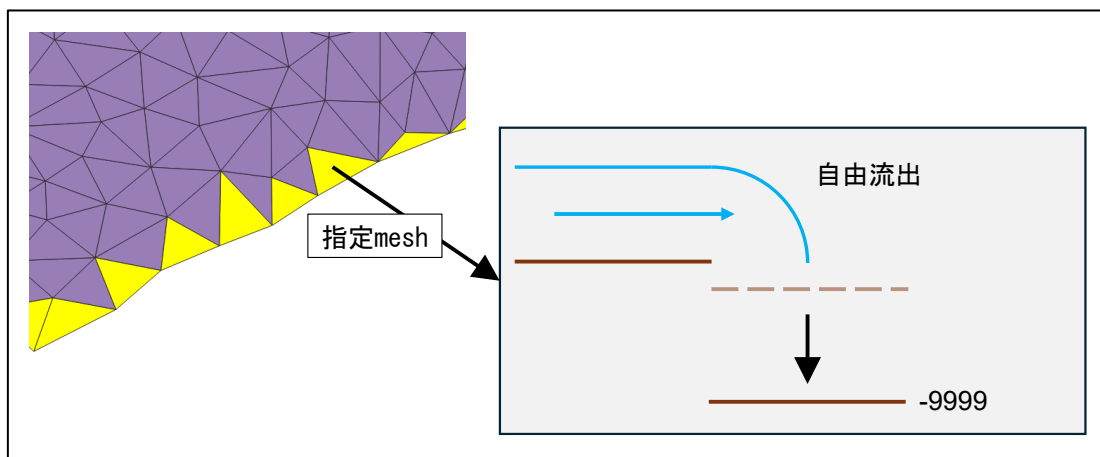


図 5-6 境界処理

25/01/07 時点未実装

dslink.dat (未実装形式)

排水処理格子数

mesh 番号 処理タイプ

※処理タイプ … 0 : 自由流出 (水深 0), 1 : 下流端水位指定)

下流端水位ステップ数

下流端水深[下流端水深ステップ数] } [処理タイプ 1 の数]

例) 未実装形式

```
3

157 0
170 1
172 1

288
1.000 2.000 2.000 ...
1.000 2.000 2.000 ...
```

境界処理には「自由流出」と「下流端水位」が実装されている。自由流出は指定 mesh に流入するフラックスを自由流出にするとともに、指定 mesh の水深を強制的に 0 にする処理である。下流端水深は指定 mesh の水深を強制的に変更する処理である。

処理タイプにて境界処理のタイプを指定する。下流端処理を指定した mesh が存在する場合のみ、下流端水位が読み込まれる。水位は指定 mesh 毎に 1 行で記入する。

5.5.3. カルバート・樋門（樋管）・ポンプ：drfacility（調整中）

UNST には排水施設としてカルバート・樋門・樋管・ポンプが実装されている．機構については iRIC Nays2DFlood⁴⁾を参考とした．

なお，UNST には別のポンプモデルも存在するが，本資料では割愛する．

drfacility.dat

ポンプ・カルバート・樋門の総数

A B C D E F G H I J K L

A：モデルの選択（1：カルバート，2：樋門，3：ポンプ）

B：対象 mesh1（ポンプまたは樋門の場合排水先 mesh 番号）

C：対象 mesh2（ポンプまたは樋門の場合排水元 mesh 番号）

D：カルバートまたは樋門の幅

E：カルバートまたは樋門の高さ

F：敷高(m)

G：係数 1（もぐり流出）

H：係数 2（中間流出）

I：係数 3（自由流出）

J：ポンプの排水開始水深

K：ポンプの排水停止水深

L：ポンプの最大時間排水流量(m³/s)

例)

5

2	2744	7890	1.00	1.00	89.00	0.51	0.79	999.0	999.0	0.0
1	2682	5112	1.00	1.00	92.10	0.51	0.79	999.0	999.0	0.0
3	1239	2881	1.00	1.00	99.99	0.51	0.79	1.0	3.0	10.0

...

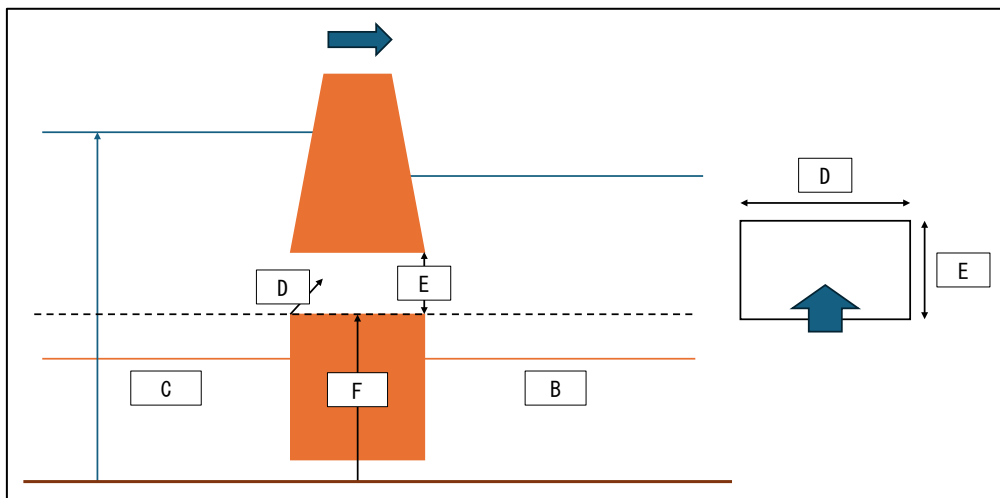


図 5-7 カルバート・樋門（樋管）

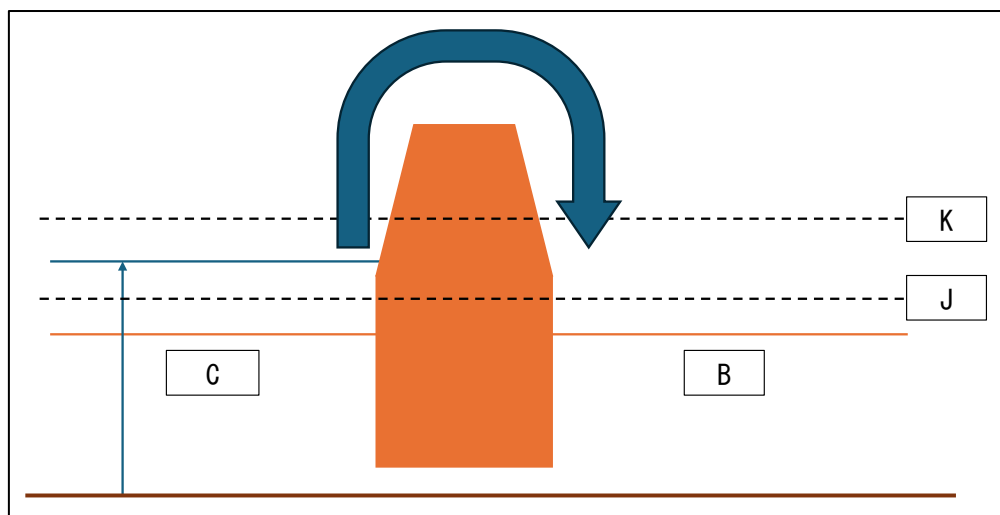


図 5-8 ポンプ

参考文献

- 1) 山村孝輝, 瀧健太郎: 遺伝的アルゴリズムを用いた田んぼダムの最適配置探索法の提案, 水工学論文集, (2025)
- 2) 北島響, 川池健司, 山野井一輝: 「流域治水」に向けた都市域の氾濫解析による雨水貯留ポテンシャルの評価, 水工学論文集, 78(2), pp. I_811-I_816 (2022)
- 3) 農林水産省: 水田流出簡易計算プログラム
 < https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/kurasi_agwater/attach/other/ryuuuiki_tisui-3.xlsm >
- 4) 一般社団法人 iRIC-UC: iRIC < <https://i-ric.org/> >

6. UNST の実行

6.1. RRI_Input ファイルの管理

RRI の実行にあたり，RRI_Input.txt で計算間隔 dt や各種計算のパラメータを指定する．
RRI_Input.txt は以下の通りである．なお，必要最低限の情報のみ記載している．

RRI_Input.txt

```
RRI_Input_Format_Ver1_4_2

./rain/rain.dat
./topo/adem.txt
./topo/aacc.txt
./topo/adir.txt

0      # utm(1) or latlon(0)
1      # 4-direction (0), 8-direction(1)
48     # lasth(hour)           計算時間（時間）
600    # dt(second)           二次元計算の計算タイムステップ
60     # dt_riv               一次元河道の計算タイムステップ
48     # outnum [-]           出力数
136.00791833053  # xllcorner_rain
35.272516898733  # yllcorner_rain
0.01250000000000 0.00833333333334  # cellsize_rain  降雨データの解像度
```

rain.dat : 降雨データ
adem.txx : 標高データ
aacc.txt : 累積流量データ
adir.txt : 傾斜方位データ

次頁に続く

前頁の続き)

0.030	# ns_river				一次元河道の粗度係数	
5	# num_of_landuse				土地利用の(種)数	
1	1	1	1	1	# diffusion(1) orr kinematic(0)	
1.000	0.400	0.500	0.200	0.100	# ns_slope	等価粗度
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	# soildepth	土層厚
0.471	0.471	0.500	0.471	0.471	# gammaa	飽和+不飽和層の有効空隙率
5.560d-7	5.560d-7	0.000	0.000	5.560d-7	# kv (m/s)	鉛直飽和透水係数
0.273	0.273	0.000	0.000	0.273	# Sf(m)	湿潤前線の吸引圧
0.000	0.000	0.080	0.000	0.000	# ka	飽和透水係数
0.000	0.000	0.050	0.000	0.000	# gammam	不飽和層の有効空隙率
4.000	4.000	7.000	4.000	4.000	# beta	定数
0	0	0	0	0	0	# ksg (m/s) -- set zero for no bedrock gw
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	# gammag (-)	
0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	# kg0 (m/s)	
0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	# fg (-)	
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	# rgl	
100.0	# riv_thresh					
5.000	# width_param_c (2.5)					
0.350	# width_param_s (0.4)					
0.950	# depth_param_c (0.1)					
0.200	# depth_param_s (0.4)					
0.000	# height_param					
20.0	# height_limit_param					

riv_thresh : 累積流量のしきい値 (河川判定)
width_param_, depth_param_ : 河道形状パラメータ

次頁に続く

前頁の続き)

```
0
./riv/width.txt
./riv/depth.txt
./riv/height.txt

0 0 0 0
./init/hs_init.out
./init/hr_init.out
./init/hg_init.out
./init/gamptff_init.out

0 0
./bound/hs_bound.txt
./bound/hr_bound.txt

0 0
./bound/qs_bound.txt
./bound/qr_bound.txt

1
./topo/landuse.txt      土地利用データ

0
./dam.txt

0
./div.txt
```

次頁に続く

前頁の続き)

```
0
./infile/PET.txt
110.2      # xllcorner_evp
-8.3       # yllcorner_evp
0.008333333 0.008333333    # cellsize

0
./riv/length.txt

0
./riv/sec_map.txt
./riv/section/sec_

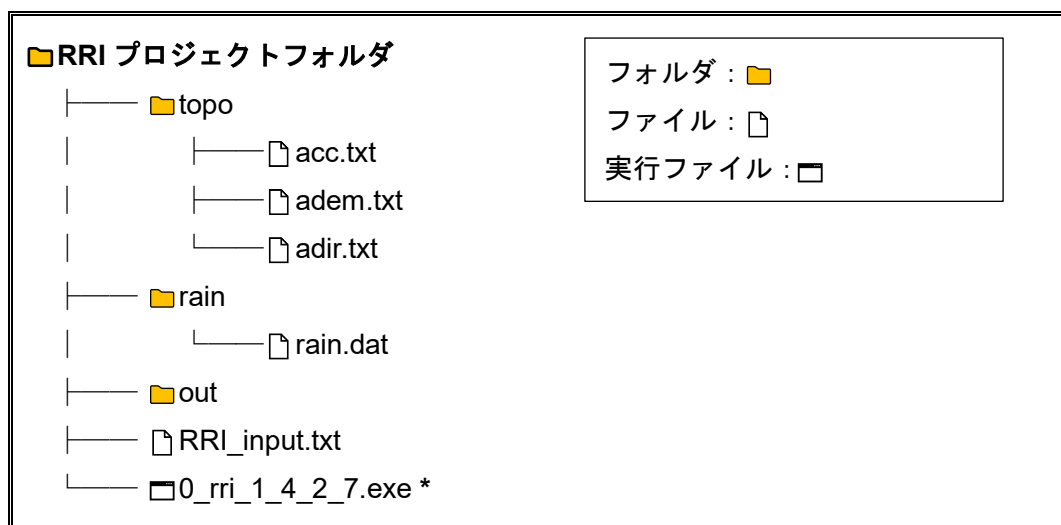
1  1  0  1  1  1  0  0  0  1    qr, qu, qv は出力必須 (1 で出力を有効化)
./out/test1/hs_
./out/test1/hr_
./out/hg_
./out/test1/qr_
./out/test1/qu_
./out/test1/qv_
./out/gu_
./out/gv_
./out/gampt_ff_
./out/test1/storage.dat

0
./location.txt
```

6.2. 実行

第2章3節で示したファイル構成の下，カレントディレクトリを移動し，RRI プロジェクトフォルダ直下で `0_rri_1_4_2_7.exe` をコマンドプロンプトまたは Windows PowerShell で実行することで RRI が実行される．ただし Windows 以外ではこの限りではない．

再度，最小ファイル構成を以下に示す．



7. UNST の実行

7.1. cntl ファイルの管理

UNST の実行にあたり，cntl.dat で計算間隔 dt や各種計算の有無を指定する．降雨データのセルサイズなども cntl.dat で規定されている．

cntl.dat は以下の通りである．行数や各種フラグの位置は必ず守る必要がある．

cntl.dat	
1	TIMMAX= 2.0 0.0 0.0 0.0 ¹
2	DT= 0.20 ²
3	DKOUT= 600.00 ²
4	DPOUT= 600.00 ²
5	DTR= 3600.00 ²
6	DTQ= 3600.00 ²
7	OCPY= 0.00 ²
8	BETA= 1.00 ²
9	STRTYPE 0 !貯留 1：考慮する 0：考慮しない ³
10	INLS= 1 !流入箇所数 1：複数 0：1箇所 ³
11	-----
12	data/node.dat
13	data/link.dat
14	data/mesh.dat
15	data/inf.dat
16	data/bs.dat
17	data/qin.dat
18	data/rain.dat
19	data/mesh2ij.dat
20	data/rn.dat

TIMMAX：計算時刻（日 時間 分 秒）
DT：計算タイムステップ（秒）
DKOUT：結果出力タイムステップ（秒）
DPOUT：画面出力タイムステップ（秒）
DTR：降雨データタイムステップ（秒）※
DTQ：流入流量ハイドロタイムステップ（秒）※
OCPY：占有率（全域一様）
BETA：通過率

1 format(7x, 4f6.1)
2 format(7x, f11.2)
3 format(17x, i1)

以下 0/1 フラグはすべて 3

必須インプットデータパス

次頁に続く

前頁の続き)

```
21 -----rain_data
22 136.0000000000000 # xllcorner_rain
23 35.0000000000000 # yllcorner_rain
24 0.012500000000 0.00833333333 # cellsize_rain
25
26
27 DSMESH=          1          !リンクから排水  1 : あり    0 : なし
28 data/dsmesh.dat
29
30
31 1Ddrv=            0          !1次元河道の計算  1 : あり    0 : なし
32 !rivdata/kasho.dat
33 !rivdata/hahosei.dat
34 !rivdata/hrhosei.dat
35 !rivdata/knode.dat
36 !rivdata/hydr2021.dat
37 !rivdata/shoki2021.dat
38 !riv/ksetuzoku.dat
39 !out
40 !out/suii_1d2d.dat
41
42
43 PLANTFN=          0          !倒伏可能な植生抵抗  1 : 考慮する  0 : 考慮しない
44 data/plantF.dat
45 data/plnatN.dat
46
47
48 PLANTDA=          0          !防備林等の植生抵抗  1 : 考慮する  0 : 考慮しない
49 data/plantD.dat
50 data/planta.dat
51
52
```

領域外への排水処理

開発中

倒伏有植生抵抗モデル

倒伏無植生抵抗モデル

次頁に続く

前頁の続き)

```
53 PADDYDAM=          0          !田んぼダム          1 : 考慮する   0 : 考慮しない
54 data/paddy.dat
55 data/pqout.dat
56 data/paddy_param.dat
57
58 out/dhp.dat          }
59 out/paddyh.dat        } 田んぼダムアウトプットデータパス
60 out/paddyq.dat        }
61                                     田んぼダムモデル
62
63 DRAINAREA=          0          !下水道計画          1 : 考慮する   0 : 考慮しない
64 data/inf_dr.dat
65 data/drain.dat
66                                     下水道・圃場モデル
67
68 MORIDO=              0          !線盛土 (堤防)        1 : 考慮する   0 : 考慮しない
69 data/morido.dat
70                                     線盛土
71
72
73 GA      =            1          !遺伝的アルゴリズム   1 : 考慮する   0 : 考慮しない
74 ga.txt
75 data/paddydam/paddy_cluster.dat
76 9      !paddy_class
77                                     遺伝的アルゴリズム
78
79 DRAINFACILITY=      0
80 data/drfacility.dat
81                                     調整中
82                                     排水施設
83
```

次頁に続く

前頁の続き)

84	out/h.dat	}	アウトプットデータパス
85	out/hmax.dat		
86	out/uum.dat		
87	out/vvm.dat		
88	out/uummax.dat		
89	out/vvmmax.dat		
90	out/unststorage.dat		
91	out/q.dat		

7.2. 実行

第3章3節で示したファイル構成の下，カレントディレクトリを移動し，UNST プロジェクトフォルダ直下で `unst.exe` をコマンドプロンプトまたは Windows PowerShell で実行（`./unst.exe`）することで UNST が実行される．Windows 以外はこの限りではない．

`main.py` から UNST を実行することも可能である．`main.py` から実行することで UNST の出力結果（`h.dat` と `hmax.dat`）を自動的に csv に整理することが可能である．

再度ファイル構成を次ページ以降に示す．なお，`out` フォルダは `out` フォルダのみ必要であり，中身のファイル群（`.dat`）は自動で生成されるため準備は不要である．

📁 UNST プロジェクトフォルダ

- ├── 📁 data *
- ├── 📁 rivdata (25/01 開発中)
- ├── 📁 out *
- ├── 📄 cntl.dat *
- └── 📄 unst.exe *

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

実行ファイル : 📄

📁 data *

- ├── 📄 node.dat *
- ├── 📄 link.dat *
- ├── 📄 mesh.dat *
- ├── 📄 bs.dat *
- ├── 📄 inf.dat *
- ├── 📄 rn.dat *
- ├── 📄 inf.dat *
- ├── 📄 rain.dat *
- ├── 📄 mesh2ij.dat *
- ├── 📄 qin.dat *
- ├── 📄 plantD.dat, planta.dat
- ├── 📄 plantF.dat, plantN.dat
- ├── 📄 paddy.dat, pqout.dat, paddy_param.dat
- ├── 📄 inf_dr.dat, drain.dat
- ├── 📄 morido.dat
- ├── 📄 ga.txt, paddy_cluster.dat
- ├── 📄 dsmesh.dat
- └── 📄 drfacility.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

📁 rivdata (開発中)

- ├── 📄 kasho.dat
- ├── 📄 hahosei.dat
- ├── 📄 hrhosei.dat
- ├── 📄 knode.dat
- ├── 📄 hydr.dat
- ├── 📄 shoki.dat
- └── 📄 ksetsuzoku.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

📁 out *

- ├── 📄 h.dat
- ├── 📄 hmax.dat
- ├── 📄 uum.dat
- ├── 📄 uummax.dat
- ├── 📄 vvm.dat
- ├── 📄 vvmmax.dat
- ├── 📄 q.dat
- └── 📄 unststrage.dat

実行時自動生成

等

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

8. 統合モデル（RRI to UNST 洪水流）の実行

8.1. cntl.dat, RRI_Input.txt の管理

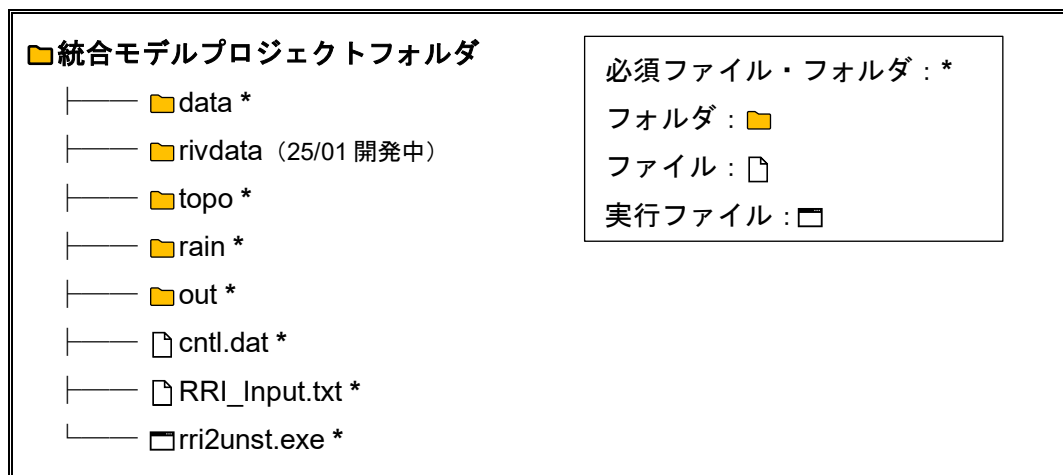
統合モデル（RRI to UNST 洪水流）の実行にあたり、cntl.dat と RRI_Input.txt で計算間隔 dt や各種計算の有無を指定する。RRI_Input.txt は通常の RRI で使用する形式と同様であるが、cntl.dat は通常の UNST とは一部異なるため注意が必要である、以下に cntl.dat の変更箇所を示す。

cntl.dat				
1	DT=	0.20	<div>DT : 計算タイムステップ (秒) DKOUT : 結果出力タイムステップ (秒) DPOUT : 画面出力タイムステップ (秒) OCPY : 占有率 (全域一様) BETA : 通過率</div>	
2	DKOUT=	600.00		
3	DPOUT=	600.00		
4	OCPY=	0.00		
5	BETA=	1.00		
6	STRTYPE	0	!貯留	1 : 考慮する 0 : 考慮しない
7	-----			
8	data/node.dat	<div>} 必須インプットデータベース</div>		
9	data/link.dat			
10	data/mesh.dat			
11	data/inf.dat			
12	data/bs.dat			
13	data/qin.dat			
14	data/mesh2ij.dat			
15	data/rn.dat			
16	----			
17				
18	DSMESH=	1	!リンクから等流排水	1 : あり 0 : なし
... 以下同様				

8.2. 実行

第 4 章 4 節で示したファイル構成の下、カレントディレクトリを移動し、プロジェクトフォルダ直下で `rri2unst.exe` をコマンドプロンプトまたは Windows PowerShell で実行することで UNST が実行される。Windows 以外はこの限りではない。

再度ファイル構成を示す。



📁 data *

- ├── 📄 node.dat *
- ├── 📄 link.dat *
- ├── 📄 mesh.dat *
- ├── 📄 bs.dat *
- ├── 📄 inf.dat *
- ├── 📄 rn.dat *
- ├── 📄 inf.dat *
- ├── 📄 rain.dat *
- ├── 📄 mesh2ij.dat *
- ├── 📄 qin.dat *
- ├── 📄 plantD.dat, planta.dat
- ├── 📄 plantF.dat, plantN.dat
- ├── 📄 paddy.dat, pqout.dat, paddy_param.dat
- ├── 📄 inf_dr.dat, drain.dat
- ├── 📄 morido.dat
- ├── 📄 ga.txt, paddy_cluster.dat
- ├── 📄 dsmesh.dat
- └── 📄 drfacility.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

📁 rivdata (開発中)

- ├── 📄 kasho.dat
- ├── 📄 hahosei.dat
- ├── 📄 hrhosei.dat
- ├── 📄 knode.dat
- ├── 📄 hydr.dat
- ├── 📄 shoki.dat
- └── 📄 ksetsuzoku.dat

必須ファイル・フォルダ : *

フォルダ : 📁

ファイル : 📄

9. 出力結果

UNST は各メッシュの浸水深および流速などの結果を出力可能である。各形式は以下の通りである。

9.1. 時系列別浸水深 : h.dat (h.csv)

時系列ごとの各格子の図心の浸水深を 1 つのファイル (h.dat) に出力する。cntl.dat の DKOUT に指定した出力ピッチで記録されている。単位について、時刻を記録するラベル行は開始時刻からの秒(s), 浸水深を記録するデータ行はメートル(m)である。

h.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))	<div>すべての格子の同時系列の浸水深を記録(1行あたり 10 個ずつ) 左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ...</div>
データ行 1 (浸水深(m))	
ラベル行 2 (時刻 t(s))	
データ行 2 (浸水深(m))	
ラベル行 3 (時刻 2t(s))	
データ行 3 (浸水深(m))	
...	

例)

time=	0.(s)					
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	...
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	...
...						
	0.000	0.000				
time=	600.(s)					
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	...
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	...
...						
	0.000	0.000				
...						

また, UNST を `main.py` から実行することで csv 形式に整理したデータを出力可能である.

h.csv

```
id, 時刻 0(s), 時刻 t(s), 時刻 2t(s), ...  
mesh 番号 1, 時刻 0(s)における浸水深(m), 時刻 t(s)における浸水深(m), ...  
mesh 番号 2, 時刻 0(s)における浸水深(m), 時刻 t(s)における浸水深(m), ...  
...
```

例)

```
id,0.0s,600.0s,1200.0s,1800.0s, ...  
1,0.0,0.0,0.0,0.0, ...  
2,0.0,0.0,0.0,0.0, ...  
...
```


9.2. 最大浸水深データ : hmax.dat (hmaxdata)

各格子の図心の最大浸水深を 1 つのファイル (hmax.dat) に出力する。ラベル行に計算終了時刻が記録されているが、データ行の浸水深は各格子の (出力した) 全タイムステップ中の最大浸水深であり、ラベル行とデータ行の間に関連はないことに注意が必要である。データ行の単位はメートル(m)である。

hmax.dat

ラベル行 (計算終了時刻(s))

データ行 (最大浸水深(m))

すべての格子の最大浸水深を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)

左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

...

例)

time= 172800.(s)

1.156 1.157 1.157 1.156 1.156 ...

1.155 1.156 1.155 1.155 1.154 ...

...

0.882 0.900

また、h.dat 同様 main.py から実行することで csv 形式に整理したデータを出力可能である。h.csv とは異なり、格子ごとの重心座標値も併せて出力されるため、そのまま GIS 等に点群として利用することも可能である。

hmaxdata.csv

```
depth, id, xmesh, ymesh
```

最大浸水深(m), mesh 番号, 重心 x 座標, 重心 y 座標

例)

```
depth,id,xmesh,ymesh
```

```
0.238,1,21861.31,-65406.39
```

```
0.164,2,21864.0,-65412.64
```

```
0.0,3,21870.01,-65416.23
```

```
...
```

9.3. 時系列別 x 方向の流速 : uum.dat

時系列ごとの各格子の図心の流速 (x 方向成分) を 1 つのファイル (uum.dat) に出力する. h.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m/s)である.

uum.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))	
データ行 1 (流速(m/s))	すべての格子の同時系列の流速を記録 (1 行あたり 10 個ずつ) 左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ...
ラベル行 2 (時刻 t(s))	
データ行 2 (流速(m/s))	
ラベル行 3 (時刻 2t(s))	
データ行 3 (流速(m/s))	
...	

9.4. x 方向の最大流速 : uummax.dat

各格子の図心の最大流速 (x 方向成分) を 1 つのファイル (uummax.dat) に出力する. hmax.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m/s)である.

uummax.dat

ラベル行 (計算終了時刻(s))	
データ行 (最大流速(m/s))	すべての格子の最大流速を記録 (1 行あたり 10 個ずつ) 左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ...

9.5. 時系列別 y 方向の流速 : vvm.dat

時系列ごとの各格子の図心の流速 (y 方向成分) を 1 つのファイル (vvm.dat) に出力する. h.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m/s)である.

vvm.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))	
データ行 1 (流速(m/s))	すべての格子の同時系列の流速を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)
ラベル行 2 (時刻 t(s))	左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ
データ行 2 (流速(m/s))	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ラベル行 3 (時刻 2t(s))	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
データ行 3 (流速(m/s))	...
...	

9.6. y 方向の最大流速 : vvmmax.dat

各格子の図心の最大流速 (y 方向成分) を 1 つのファイル (vvmmax.dat) に出力する. hmax.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m/s)である.

vvmmax.dat

ラベル行 (計算終了時刻(s))	
データ行 (最大流速(m/s))	すべての格子の最大流速を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)
	左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
	...

9.7. 時系列別流入量 : q.dat

時系列ごとの各格子の流入量を 1 つのファイル (q.dat) に出力する. h.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m^3)である.

q.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))	
データ行 1 (流量(m^3/s))	すべての格子の同時系列の流量を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)
ラベル行 2 (時刻 t(s))	左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ
データ行 2 (流量(m^3/s))	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ラベル行 3 (時刻 2t(s))	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
データ行 3 (流量(m^3/s))	...
...	

9.8. 時系列別水収支 : unststrage.dat

時系列ごとの各格子の水収支を 1 つのファイル (unststrage.dat) に出力する. h.dat と同様の形式であり, データの単位は(m^3)である.

unststrage.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))	
データ行 1 (水収支(m^3))	すべての格子の同時系列の水収支を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)
ラベル行 2 (時刻 t(s))	左上から mesh 番号が 1 のデータから順に並ぶ
データ行 2 (水収支(m^3))	1 2 3 4 5 6 7 8
ラベル行 3 (時刻 2t(s))	9 10 11 12 13 14 15 16
データ行 3 (水収支 (m^3))	...
...	

9.9. 田んぼダム 時間遅れ排水量 : dhp.dat

時系列ごとの各田んぼダムの時間遅れ排水量を 1 つのファイル (dhp.dat) に出力する. データ行の単位は(m³)である.

dhp.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))

データ行 1 ()

ラベル行 2 (時刻 t(s))

データ行 2 ()

ラベル行 3 (時刻 2t(s))

データ行 3 ()

...

すべての-の同時系列の-を記録 (1 行あたり 10 個ずつ)

左上から番号が 1 のデータから順に並ぶ

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

...

9.10. 田んぼダム 田水深 : paddyh.dat

時系列ごとの各田んぼダムの田水深を 1 つのファイル (paddyh.dat) に出力する. データ行の単位は(m)である.

paddyh.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))

データ行 1 (田水深(m))

ラベル行 2 (時刻 t(s))

データ行 2 (田水深(m))

ラベル行 3 (時刻 2t(s))

データ行 3 (田水深(m))

...

すべての田んぼの同時系列の田水深を記録

(1 行あたり 10 個ずつ)

左上から田んぼ id が 1 のデータから順に並ぶ

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

...

9.11. 田んぼダム 流入量 : paddyq.dat

時系列ごとの各田んぼダムの流入量を 1 つのファイル (paddyq.dat) に出力する. paddyh.dat と同様の形式であり, データ行の単位は(m³)である.

paddyq.dat

ラベル行 1 (時刻 0(s))

データ行 1 (貯留量(m³))

ラベル行 2 (時刻 t(s))

データ行 2 (貯留量(m³))

ラベル行 3 (時刻 2t(s))

データ行 3 (貯留量 (m³))

...

すべての田んぼの同時系列の貯留量を記録

(1 行あたり 10 個ずつ)

左上から田んぼ id が 1 のデータから順に並ぶ

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

...

10. 出力結果の可視化＜執筆中＞

GIS または Python を使用して UNST 出力結果を可視化することが可能である． RRI の出力結果の可視化については RRI のマニュアルを参照いただきたい．

10.1. 図示

UNST の出力結果を図示する方法の例を示す．

10.1.1. 最大浸水深

最大浸水深の図示には main.py から実行後に出力される hmaxdata.csv の使用を推奨する．以下に可視化方法の一部を示す．

①ポイント地物として GIS に取り込む方法

hmaxdata.csv には xy 座標値が含まれているため、
ポイント地物として取り込むことで空間的に表現可能である。
ただしあくまで点として表現されるため、局所的な表現には向かない。

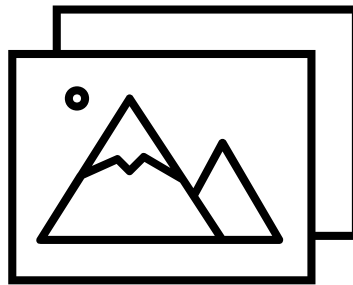


図 10-1 最大浸水深の可視化（点群）

②GIS にて使用した格子データにテーブル結合

ポリゴン形式の格子データとともに GIS に取り込み、
mesh 番号で紐づけてテーブル結合を行うことでポリゴン(面)として表現可能とする。

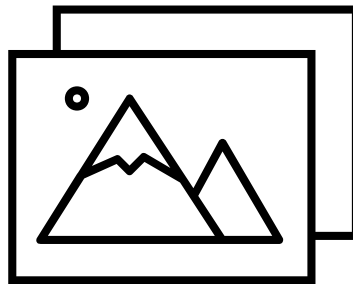


図 10-2 最大浸水深の可視化（ポリゴン）

③Python を使用して①または②の処理を行う

Python の geopandas や shapely, matplotlib などを用いることで
GIS を使用せず図示化することが可能である。

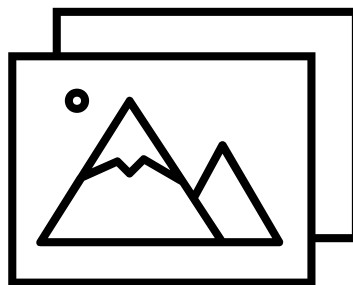


図 10-3 最大浸水深の可視化（Python）

10.1.2. 最大流速

最大流速の図示には各時系列の uum と vvm から流速を求めた後，最大値を抽出する必要がある．流速 u は以下の式で定義される．

$$u(i, t) = \sqrt{uum(i, t)^2 + vvm(i, t)^2}$$

最大流速算出後は最大浸水深と概ね同様である．

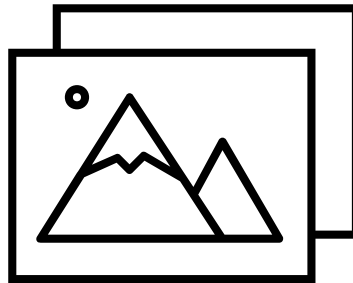


図 10-4 最大流速の可視化

10.1.3. 最大流体力

最大流体力の図示には最大流速同様、各時系列の流体力を算出後、最大値を抽出する必要がある。流体力 u^2h は以下の式で定義される。

$$u^2h = (uum^2 + vvm^2) \times h$$

最大流体力算出後は最大浸水深と概ね同様である。

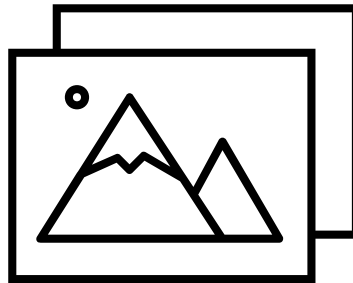


図 10-5 最大流体力の可視化

10.2. 動画

時系列データを有する出力結果は動画にすることも可能である.

10.2.1. 浸水深, 流速, 流体力

サンプル `py` コードを付録に掲載している.

11. 関連コード一覧

11.1. Fortran

UNST 本体は Fortran で記述されている. (全 7 ファイル)

- UNST_Main.f90 : メインプログラム
 - program UNST
- UNST_Sub.f90 : 基本的な計算を行うサブルーチン
 - subroutine flux (entry suisin)
 - subroutine velocity
 - subroutine replace
 - subroutine lkyokai
 - subroutine sumqa
- UNST_Initial.f90 : 初期条件の反映などプログラム開始時点に実行するサブルーチン
 - subroutine unst_initiald
- UNST_Read.f90 : 各種インプットデータを読み込むサブルーチン
 - subroutine unst_rdat
 - subroutine plantFNdat
 - subroutine plantDadat
 - subroutine paddydat
 - subroutine draindat
 - subroutine moriddat

- UNST_Write.f90 : 結果出力を行うモジュール／サブルーチン
 - module write_procedures
 - subroutine write_array_data
 - subroutine write_paddyarray_data
 - subroutine write_multi_data
 - subroutine write_paddy_data
 - subroutine wrfile
 - (entry dispwrite, entry diskerite,
 - entry wrhmax, entry paddywrite)

- UNST_Menu.f90 : 田んぼダムや線盛土などその他処理サブルーチン
 - subroutine paddyinitiald
 - subroutine paddyflow
 - subroutine draininitiald
 - subroutine drainflow
 - subroutine drainfacilityflow

- UNST_Mod.f90 : グローバル変数モジュール
 - module globals

また、統合モデルでは RRI の全ソースコード（一部改変）を併せて使用する．本資料では割愛する．

11.2. Python

結果可視化やインプット作成時には Python で記述されたプログラムを使用する.

●インプットデータ作成

①格子作成関連：

- 01_separate_mesh.py : 4 角形格子を 4 または 16 等分する
- 02_triangle_hole.py : ポリゴンから三角形非構造格子を作成する

②UNST 必須インプットデータ作成関連：

- 03_convert_inputdata.py : 格子 shp から UNST インプットデータを作成
 - shp_to_wkt.py : shp を csv (wkt 形式) に変換
 - mesh2ij_function.py : mesh.dat から mesh2ij.dat を作成
 - link_check.py : 外縁 link の gpkg 作成
- sisdata_preprocessor : csv (wkt 形式) から node.dat, link.dat, mesh.dat を作成
 - _init_.py : マニュアル参照
 - coordinates.py : マニュアル参照
 - io_utils.py : マニュアル参照
 - link.py : マニュアル参照
 - math_utils.py : マニュアル参照
 - mesh.py : マニュアル参照
 - preprocess_sisdata.py : マニュアル参照
 - preprocess_sisdata_utils.py : マニュアル参照
 - sisdata_preprocessor_config.py : マニュアル参照
 - sisdata_reader.py : マニュアル参照

③UNST 降雨作成関連：

- make_simplerain.py : 一様降雨 rain.dat を作成

④UNST 流入量作成関連 (MK_QIN) :

- main.py : RRI の結果から qin.dat を作成
- 01_get_edge.py : link.dat から外縁 link データ csv を作成
- 01_2_select_RRI.py : 外縁 mesh から RRI の mesh のみ抽出
- 02_get_center.py : mesh の重心座標を取得 (RRI の座標系)
- 03_get_rricenter.py : RRI の各ピクセルの重心座標を取得
- 04_merge_unstri.py : unst 格子と RRI 格子の照合
- 05_get_rridir.py : RRI の dir を取得
- 06_link_place.py : unst の外縁 link の位置を取得
- 07_weight_qin.py : RRI の dir および link の位置に応じて
qin のウェイトを算出
- 08_make_qin.py : RRI の結果より qin.dat を作成
- config.py : qin 作成パラメータ管理

⑤UNST 田んぼダム作成関連 (MK_paddydam) :

- MK_input.py : インプットデータ作成例参照
- main.py : インプットデータ作成例参照
- associate.py : インプットデータ作成例参照
- paddydam.py : インプットデータ作成例参照
- rakusi.py : インプットデータ作成例参照

⑥UNST 線盛土作成関連 (MK_MORIDO) :

- link_vector : すべての link の parquet 作成

⑦UNST 排水施設作成関連 (MK_DRFACILITY) :

- make_drfacility.py : csv から drfacility.dat を作成

⑧UNST 実行関連 :

- main.py : unst 実行後, 自動で h.csv および hmax.csv を作成

⑨結果可視化関連 :

- outcsv.py : 出力 dat ファイルを csv 形式に変換
- speed.py : 流速および最大流速を算出
- fp_cal.py : 流体力および最大流体力を算出
- movie.py : 浸水深(h)を面で動画化
- csv2mp4.py : 浸水深(h)を点(重心)で動画化 (movie.py より高速)

おわりに

本プログラムは令和4年度国土交通省研究開発公募（河川技術・流域管理分野 指定型課題）の助成を受けた。また，京都大学防災研究所の川池教授にベースとなる解析プログラムの提供およびオープンソース化の許諾をいただいた。ここに謝意を表す。

編集・執筆者（2025/01 時点）

滋賀県立大学 環境科学部	瀧 健太郎
滋賀県立大学 環境科学部	山村 孝輝
滋賀県立大学 環境科学部	馬場 大輝
滋賀県立大学 環境科学部	西野 駿治

協力者（50 音順）（2025/01 時点）

株式会社 建設技術研究所	岩見 収二
京都大学 防災研究所	川池 健司
京都大学 防災研究所	佐山 敬洋
京都大学大学院 農学研究科	中村 公人
公益財団法人 リバーフロント研究所	中村 圭吾
京都大学大学院 農学研究科	濱 武英
京都大学 防災研究所	山田 真史
