

新バージョン入出力データ 仕様のご紹介

平成22年12月10日

アウトライン

1. 新バージョンの開発動機と要求事項
2. 開発方針
3. 現在の進捗報告
 - a. 新入出力データの仕様
 - b. ドキュメントの充実・公開
 - c. V&V

新バージョンの開発動機と要求事項

- 現行バージョン入力ファイルからの改良
 - 入力データを整理, まとめ直し, ファイルを構造化
 - 形式上の設定パラメータの排除
 - デフォルト値の利用と入力ファイルの簡素化
 - データ蓄積とモデルの再利用
- インハウスシミュレータから誰もが使えるシミュレータへ
 - ドキュメント整備
 - エラー検出の強化

開発方針

入出力ファイルシステム更新

入力及び出力ファイルを各1つのメインファイルに統一し、可読性を向上。入力ファイル内は必要なデータのみを定義するリクエスト方式に変更。主出力ファイルは一新。

入力データの構造化

ブロック単位で必要なデータのみを入力する構造化を採用。予め定義された固有のブロック及びブロック内の識別子名称を使用。定義方法は自由書式により柔軟に記述。

オブジェクトの導入

地層, 流体, 化学物質ごとに実体の記述に必要なデータの集まりをオブジェクトと定義。入力として参照可能。オブジェクトの蓄積によってユーザー独自のデータベースへ。

実行診断メッセージの表示

シミュレータ実行時の入力診断機能を内蔵し, エラー／ワーニングメッセージの充実により, 異常終了時に原因不明となる状況を回避する。利用者サポート機能を強化。

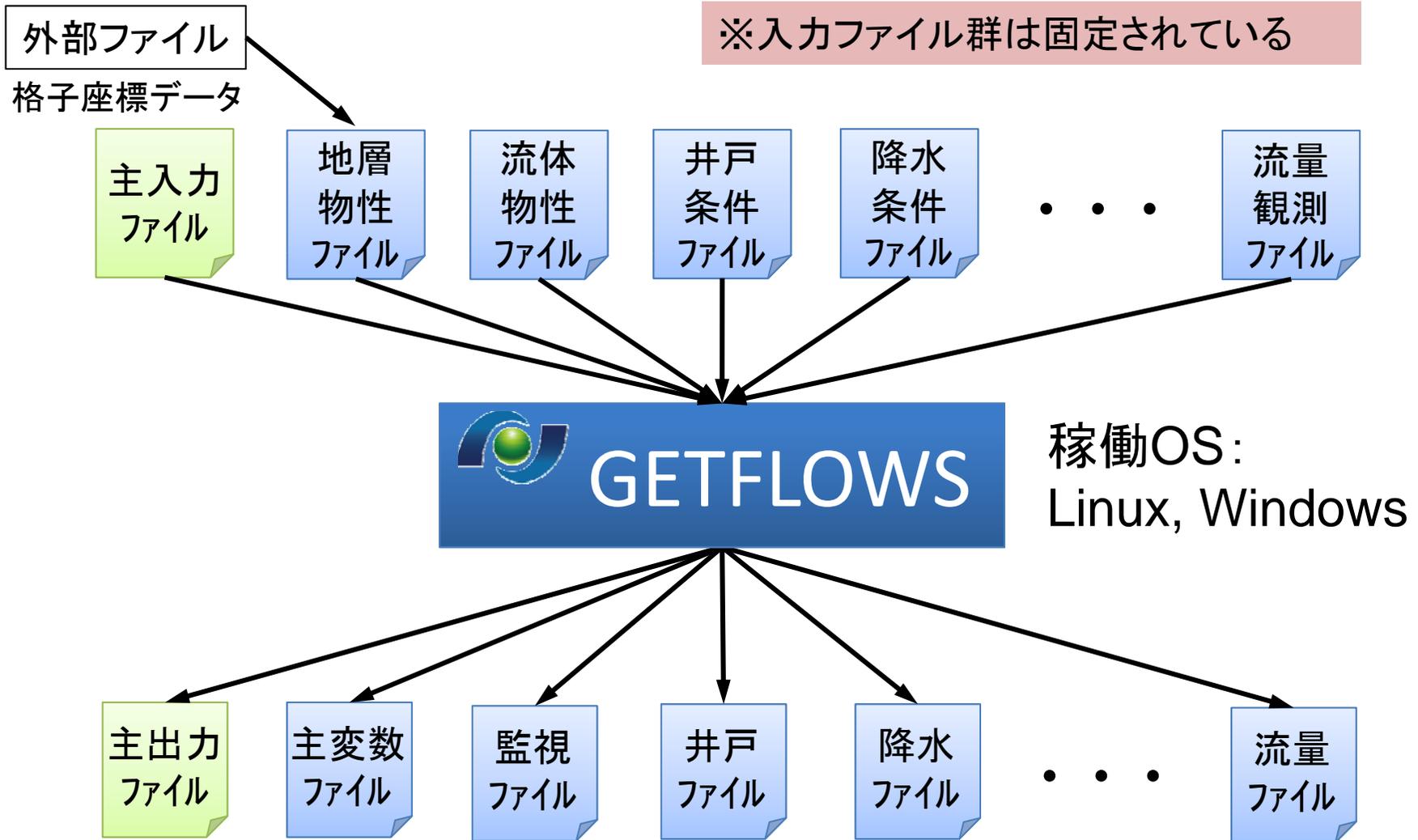
ドキュメントの充実・公開

これまで断片化されていた関連ドキュメントを統合化しコンパイル。“理論編”, “操作編”, “V&V編”の各種ドキュメントをユーザーズマニュアルとして充実・公開予定。

評価版・テンプレート公開

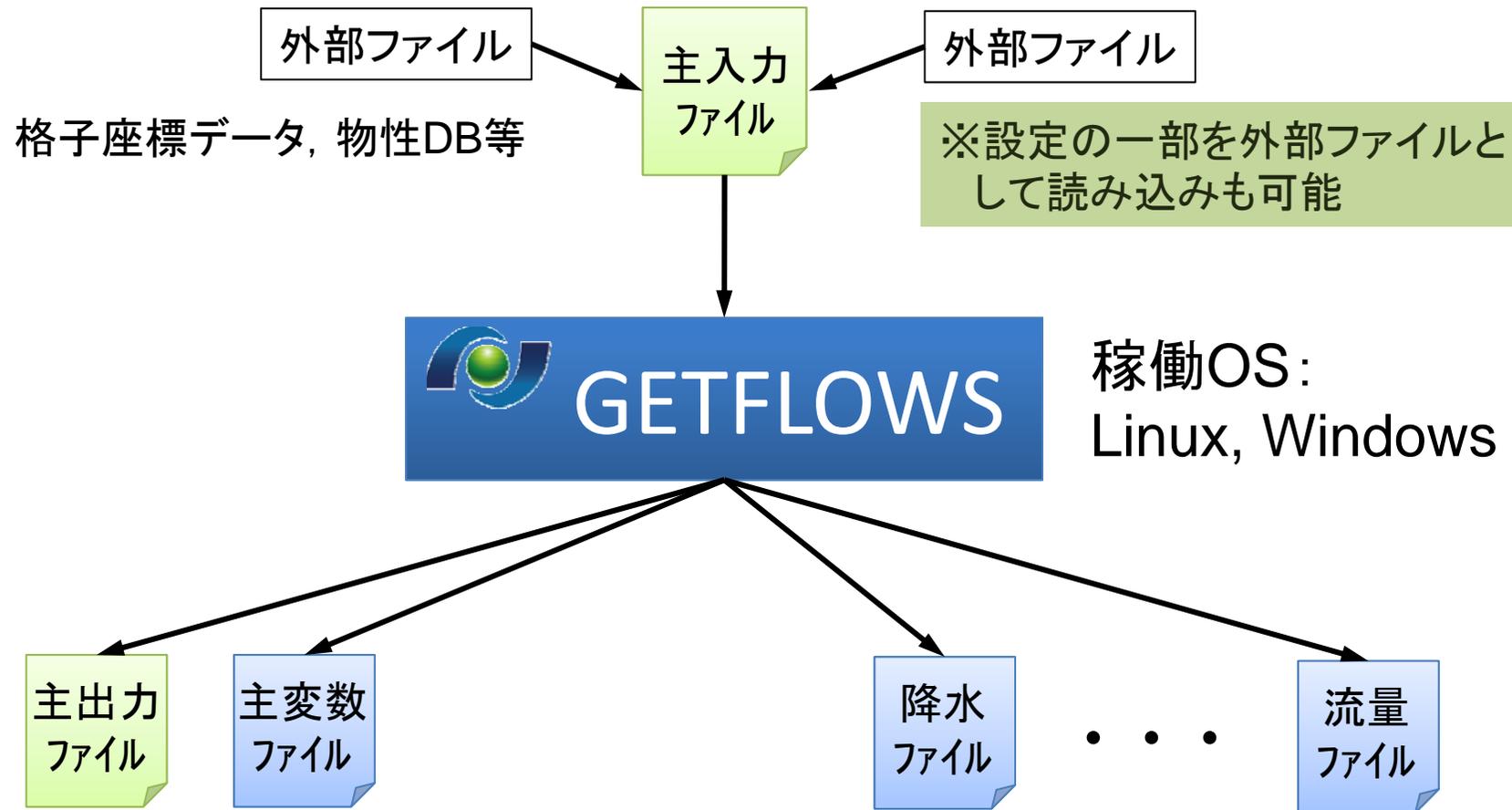
評価版ライセンス, 及びV&V検証例題と典型的な解析タイプ(洪水氾濫, ダム, トンネル掘削, 汚染漏洩, 井戸浄化・・・等)の例題テンプレートを公開予定。

入出力ファイルシステム(現行ver.)



入出力ファイルシステム(新ver.)

※全ての入力設定は1つの主入力ファイルに集約。パラメータによってはデフォルト値を用意し入力不要に(ユーザーによる変更も可能)



※必要な出力データのみを入力ファイル内部に宣言しそのデータファイルのみが作成される

入力データの構造化

```
#FLOW-TYPE
>TABLE
  SIZE=2 2
  CNAME=DOMAIN FLOW-TYPE
  LABEL=DOM FL
!
  ALL DARCY
  Surface MANNING
#END-OF-TYPE
```

```
#HYDRAULIC-PROPERTIES
$Atmosphere.ALL = %Atm-DB
$Surface.ALL = %Surf-DB
$Surface.EFFECTIVE-POROSITY = 1.0d30
$Surface.MANN = 1.0d10
$ALL.PERM = 1.0d00
>TABLE
  SIZE=4 8
  CNAME=DOMAIN EFFECTIVE-POROSITY PERM
  SOLID-COMPRESSIBILITY
  WG-CAPILLARY-TABLE WG-RPERM-TABLE
  WATER-XIR GAS-XIR
  LABEL=DOMAIN PORO PERM Cr Pcwg RPTWG Srw Srg
!
  Imperm 1.0d30 0.d0 0.d0 Other-WG Other-WG 0.1 0.0
  UnderGround 0.4d0 1.01325d3 0.d0 Other-WG Other-WG 0.1 0.0
  UpStream 1.d30 1.d50 0.d0 Other-WG Other-WG 0.1 0.0
  DownStream 1.d30 1.d50 0.d0 Other-WG Other-WG 0.1 0.0
#END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES
```

```
#INITIAL-CONDITION
$ALL.PRESSURE = 1.033
$UpStream.PRESSURE = 2.033
$ALL.WATER-SATURATION = 0.001
$Imperm.WATER-SATURATION = 0.1
$UnderGround.WATER-SATURATION = 1.0
! >SEQUENTIAL ; FILE=./init.001
#END-OF-INITIAL-CONDITION
```

```
#MPF-FUNCTION
>WATER-GAS-SATURATION-FUNCTION-TABLE
  NAME = Other-WG
  DIRECTION = ANISOTROPIC
  SIZE = 15 8
  CNAME = WATER-SATURATION CAPILLARY-PRESSURE
  KRW-H KRG-H KRW-U KRG-U KRW-D KRG-D
```

【ブロック】

- 入力ファイルを構成する入力データの基本単位
- 複数のカードの集まりで定義
- 始端に「#」で始まる識別子

【オブジェクトの利用】

- オブジェクトで定義されたデータを入力ファイルから参照することが可能。詳細は次項。

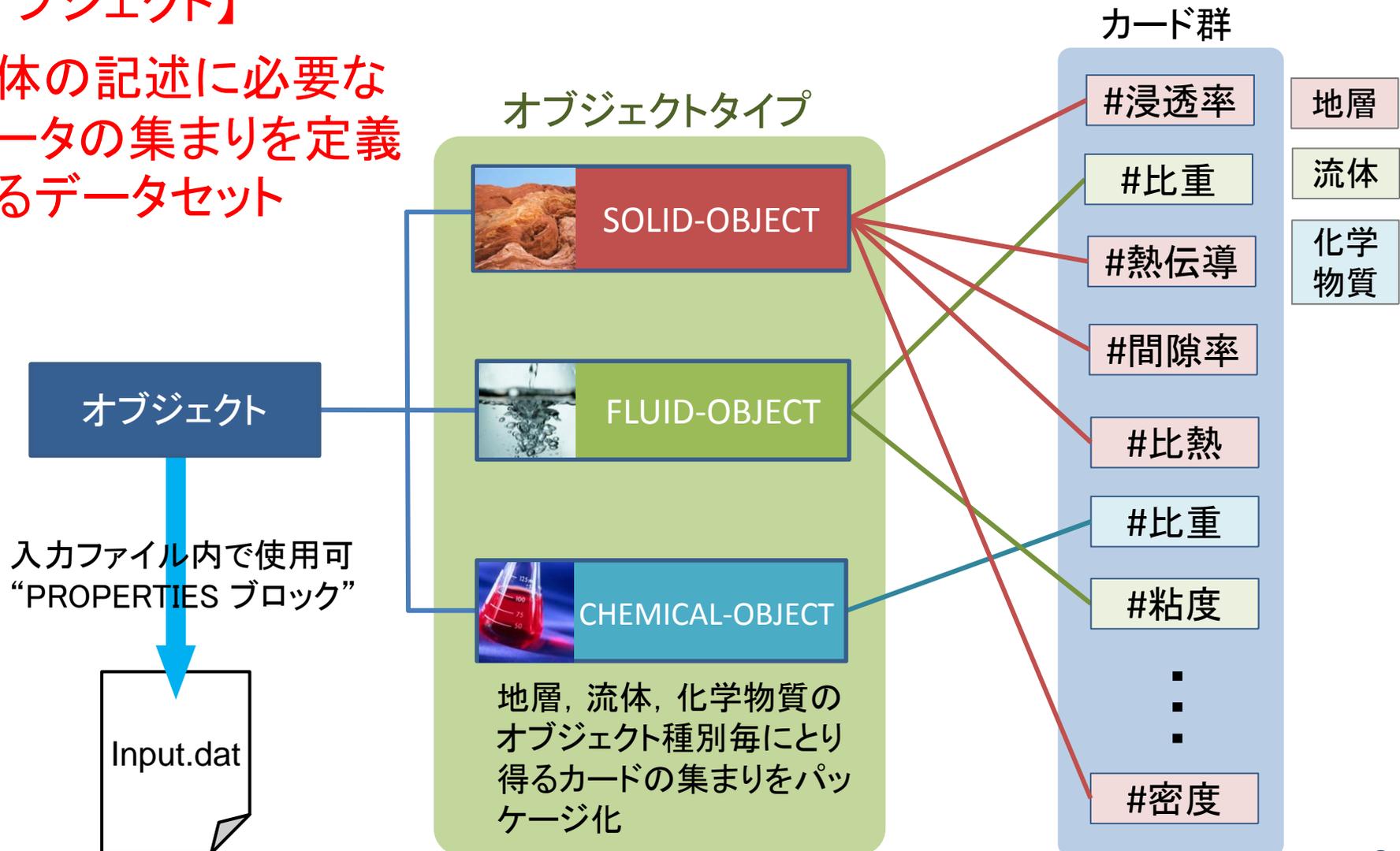
【カード】

- ブロック内に定義される入力データの最小単位
- 物性値など個々のパラメータを設定する
- 使用可能なカードはブロック毎に異なる。

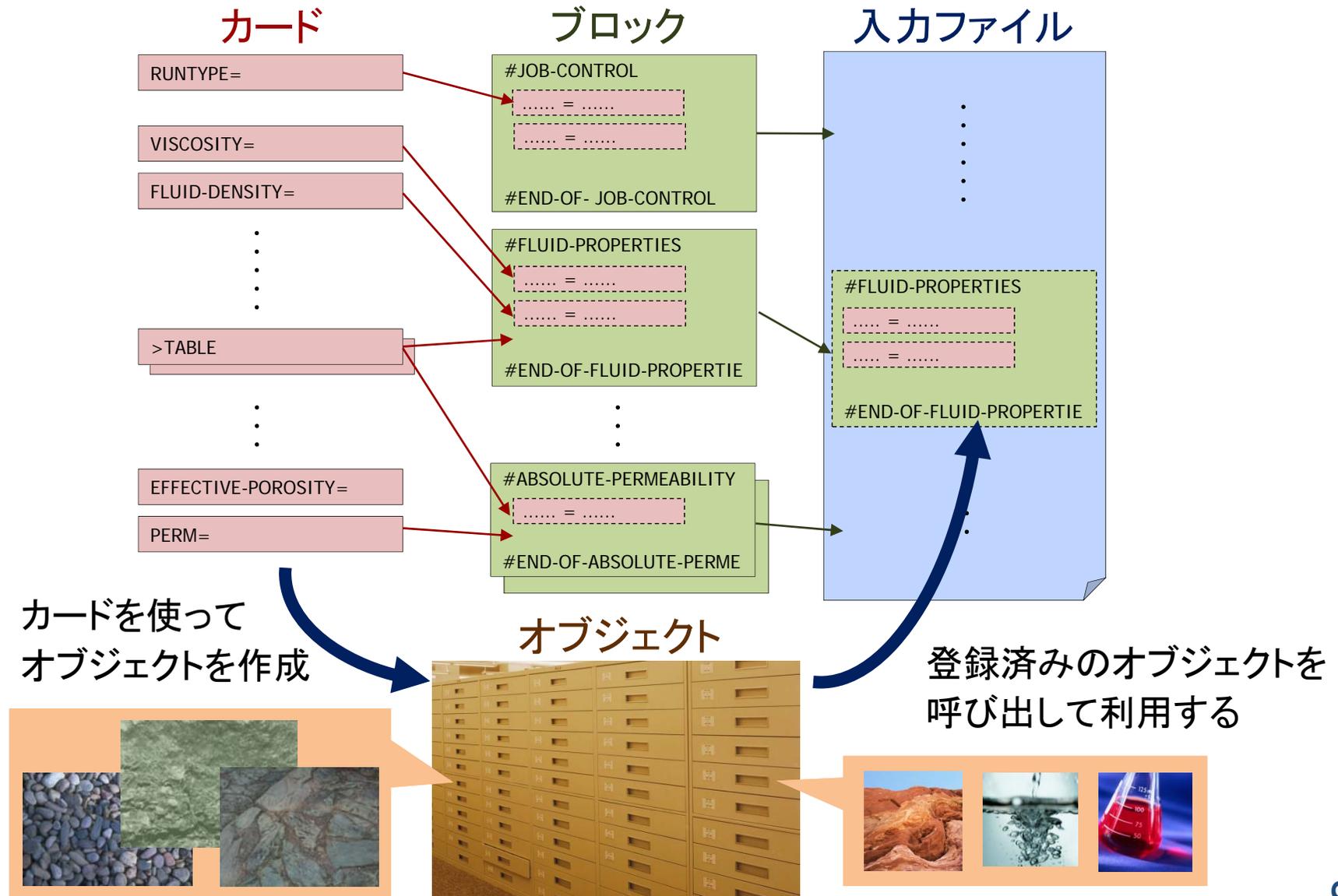
オブジェクトとは

【オブジェクト】

実体の記述に必要な
データの集まりを定義
するデータセット



入力ファイルの構成



入力データ例

```
#OUTFILE-SYSTEM
OUTPATH=. /output/001
>EXPORT=CHECK-LIST ; FILE=check_out STEP=100
>EXPORT=MAIN ; FILE=getf
>EXPORT=CONVERGENCE-MONITORING ; FILE=solv
>EXPORT=RAINFALL ; FILE=rain
>EXPORT=VARIABLES-CHANGE ; FILE=varc
>EXPORT=VOLUMEFLUX ; FILE=flux
>EXPORT=FLUIDMASS ; FILE=fmas
>EXPORT=VARIABLES ; FILE=ghis
>EXPORT=WATERLEVEL ; FILE=wlev
>EXPORT=INTERFACE-VELOCITY ; FILE=velc
>EXPORT=RESTARTING-BINARY ; FILE=main
#END-OF-OUTFILE-SYSTEM

#TITLE-OF-SIMULATION
TITLE = Calculation of Steady Horizontal F
DATE = 09/28/2010
GALBY = GET Corp.
#END-OF-TITLE-OF-SIMULATION

#JOB-CONTROL ; RUNTYPE=RUN

#FLUID-SYSTEM ; PROBLEM-TYPE=3

#SOLVER-CONTROL ; DUMPING=10.0

#TIMESTEP-CONTROL
NDT = 10000
DTMAX = 1. d30
TIMEUP = 1. d10
#END-OF-TIMESTEP-CONTROL

#OUTPUT-FORM
ORDER=IJK
>MAIN-FILE
VARIABLE = PER PG SW RS
>CHECK-LIST
VARIABLE = PG SW RS PO PE DP DE FVF
#END-OF-OUTPUT-FORM

#GRIDBLOCK-SYSTEM
IMAX = 12
JMAX = 1
KMAX = 4
>CORNER ; FILE=. /grid.001
#END-OF-GRIDBLOCK-SYSTEM

#DOMAIN-SET
>DOMAIN-DATA
NDOM=6
Atmosphere 1
1 12 1 1 1 1
Surface 1
1 12 1 1 2 2
Imperm 1
1 12 1 1 3 3
UnderGround 1
1 12 1 1 4 4
UpStream 1
1 1 1 1 4 4
DownStream 1
12 12 1 1 4 4
#END-OF-DOMAIN-SET
```

```
#DOMAIN-ALIAS
>ALIAS-DATA
NDOMA=1
ALL 4
Atmosphere Surface Imperm UnderGround
#END-OF-DOMAIN-ALIAS

#FLOW-TYPE
>TABLE
SIZE=2 2
CNAME=DOMAIN FLOW-TYPE
LABEL=DOM FL
-----
ALL DARCY
Surface MANNING
#END-OF-TYPE

#HYDRAULIC-PROPERTIES
$Atmosphere.ALL = %Atm-DB
$Surface.ALL = %Surf-DB
$Surface.EFFECTIVE-POROSITY = 1.0d30
$Surface.MANN = 1.0d10
$ALL.PERM = 1.0d50
>TABLE
SIZE=4 8
CNAME=DOMAIN EFFECTIVE-POROSITY PERM
SOLID-COMPRESSIBILITY
WG-CAPILLARY-TABLE WG-RPERM-TABLE
WATER-XIR GAS-XIR
LABEL=DOMAIN PORO PERM Cr
-----
Imperm 1.0d30 0. d0 0. d0 0
UnderGround 0.4d0 1.01325d3 0. d0 0
UpStream 1. d30 1. d50 0. d0 0
DownStream 1. d30 1. d50 0. d0 0
#END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES

#INITIAL-CONDITION
$ALL.PRESSURE = 1.033
$UpStream.PRESSURE = 2.033
$ALL.WATER-SATURATION = 0.001
$Imperm.WATER-SATURATION = 0.1
$UnderGround.WATER-SATURATION = 1.0
! >SEQUENTIAL ; FILE=. /init.001
#END-OF-INITIAL-CONDITION

#MPF-FUNCTION
>WATER-GAS-SATURATION-FUNCTION-TABLE
NAME = Other-WG
DIRECTION = ANISOTROPIC
SIZE = 15 8
CNAME = WATER-SATURATION CAPILLARY-P
KRW-H KR-G-H KR-U KR-G-U KR-U
LABEL= SW PCW W-H G-H W-U
-----
-1.000 0.052 0.000 1.000 0.000
0.000 0.052 0.000 1.000 0.000
0.100 0.052 0.000 1.000 0.000
0.110 0.052 0.001 0.978 0.001
0.200 0.032 0.005 0.780 0.005
0.300 0.027 0.009 0.575 0.009
0.400 0.024 0.029 0.395 0.029
0.500 0.022 0.068 0.248 0.068
0.600 0.020 0.135 0.137 0.135
0.700 0.018 0.239 0.062 0.239
0.800 0.017 0.393 0.020 0.393
0.900 0.014 0.619 0.003 0.619
0.950 0.013 0.774 0.001 0.774
1.000 0.000 1.000 0.000 1.000
2.000 0.000 1.000 0.000 1.000
#END-OF-MPF-FUNCTION
```

```
#MPF-FUNCTION
>WATER-GAS-SATURATION-FUNCTION-TABLE
NAME = Other-WG
DIRECTION = ANISOTROPIC
SIZE = 15 8
CNAME = WATER-SATURATION CAPILLARY-P
KRW-H KR-G-H KR-U KR-G-U KR-U
LABEL= SW PCW W-H G-H W-U
-----
-1.000 0.052 0.000 1.000 0.000
0.000 0.052 0.000 1.000 0.000
0.100 0.052 0.000 1.000 0.000
0.110 0.052 0.001 0.978 0.001
0.200 0.032 0.005 0.780 0.005
0.300 0.027 0.009 0.575 0.009
0.400 0.024 0.029 0.395 0.029
0.500 0.022 0.068 0.248 0.068
0.600 0.020 0.135 0.137 0.135
0.700 0.018 0.239 0.062 0.239
0.800 0.017 0.393 0.020 0.393
0.900 0.014 0.619 0.003 0.619
0.950 0.013 0.774 0.001 0.774
1.000 0.000 1.000 0.000 1.000
2.000 0.000 1.000 0.000 1.000
#END-OF-MPF-FUNCTION

#FLUID-PROPERTIES
$WATER.ALL = %FRESHWATER
$GAS.ALL = %AIR
$WATER.FLUID-COMPRESSIBILITY = 0.0
$GAS.FLUID-COMPRESSIBILITY = 0.0
$WATER.VISCOSITY = 1.002
$WATER.FLUID-DENSITY = 0.9982
#END-OF-FLUID-PROPERTIES

!----- OBJECT CARD BLOCK GROUP -----
*SOLID-OBJECT-DATABASE
!INCLUDE ; FILE=solid.db ; CODE=ASCII
*END-OF-SOLID-OBJECT-DATABASE

*FLUID-OBJECT-DATABASE
!INCLUDE ; FILE=fluid.db ; CODE=ASCII
*END-OF-FLUID-OBJECT-DATABASE

#RAINFALL
>TABLE
METHOD=DOMAIN
SIZE=1 7
CNAME= TIME-UNIT START-TIME END-TIME
RAIN-UNIT FLUID-COMPONENT OR
LABEL=TUNIT TS TE DOMAIN RUNIT
-----
DAY 0. d0 1. d30 UpStream m3
#END-OF-RAINFALL

#VOLUMEFLUX-OBSERVATION
>TABLE
METHOD=IJK
SIZE=12 8
CNAME=ID I-MIN I-MAX J-MIN J-MAX K-MIN K-MAX
LABEL=ID I1 I2 J1 J2 K1 K2 OUTPUT
-----
1 1 1 1 1 4 4 I-
2 2 2 1 1 4 4 I-
3 3 3 1 1 4 4 I-
4 4 4 1 1 4 4 I-
5 5 5 1 1 4 4 I-
6 6 6 1 1 4 4 I-
7 7 7 1 1 4 4 I-
8 8 8 1 1 4 4 I-
9 9 9 1 1 4 4 I-
10 10 10 1 1 4 4 I-
11 11 11 1 1 4 4 I-
12 12 12 1 1 4 4 I-
#END-OF-VOLUMEFLUX-OBSERVATION

#FLUIDMASS-OBSERVATION
>TABLE
METHOD=IJK
SIZE=1 6
CNAME=I-MIN I-MAX J-MIN J-MAX K-MIN K-MAX
LABEL=I1 I2 J1 J2 K1 K2
-----
2 11 1 1 4 4
#END-OF-FLUIDMASS-OBSERVATION

#WATERLEVEL-OBSERVATION
>TABLE
METHOD=IJK
SIZE=1 4
CNAME=I J K OPTION
LABEL=I J K OPT
-----
1 1 4 HEAD
#END-OF-WATERLEVEL-OBSERVATION

#VARIABLES-OBSERVATION
>TABLE
SIZE=12 3
CNAME=I J K
LABEL=I J K
-----
1 1 4
2 1 4
3 1 4
4 1 4
5 1 4
6 1 4
7 1 4
8 1 4
9 1 4
10 1 4
11 1 4
12 1 4
#END-OF-VARIABLES-OBSERVATION
```


実行診断メッセージ

```
*****
*                               *
*   GET F L O W S (Version 2010.0.0.1)   *
*                               *
*   G E n e r a l - p u r p o s e , T e r r e s t r i a l F L u i d f l o w S i m u l a t o r
*                               *
*****
*   Copyright (C) 2010:
*                               *
*   G e o s p h e r e E n v i r o n m e n t a l T e c h n o l o g y C o r p . ( G E T )
*                               *
*   H i r o y u k i T o s a k a ( U n i v . o f T o k y o )
*                               *
*****
| Refer the following messages for checking runtime errors. |
V-----
MAIN INPUT FILE = input_Case1-4_horiz.dat

#OUTFILE-SYSTEM      ... read successfully
#FLUID-SYSTEM        ... read successfully
#GRIDBLOCK-SYSTEM   ... read successfully
#DOMAIN-SET          ... read successfully
#DOMAIN-ALIAS        ... read successfully
#FLOW-TYPE           ... read successfully
#MPF-FUNCTION         ... read successfully
#TITLE-OF-SIMULATION ... read successfully
#SOLVER-CONTROL      ... read successfully

*** ERROR : [LINE 29] CAN'T SUBSTITUTE '10000a' AS AN INTEGER TYPE
#TIMESTEP-CONTROL    ... error detected
#OUTPUT-FORM         ... read successfully

*** ERROR : [LINE 65] RANGE ERROR (VISCOSITY) : -1.002 <= 0.000 (MINIMUM)
#FLUID-PROPERTIES    ... error detected
#HYDRAULIC-PROPERTIES ... read successfully

*** ERROR : [LINE 159] DOMAIN NAME IS INCORRECT ... 'UpStreamm'
#RAINFALL            ... error detected

*** ERROR : [LINE 169] OUTPUT INDICATOR MUST BE CONSIST OF ONLY 'I-', 'I+', 'J-', 'J+', 'K-' and 'K+'
#VOLUMEFLUX-OBSERVATION ... error detected
#FLUIDMASS-OBSERVATION ... read successfully
#WATERLEVEL-OBSERVATION ... read successfully
#VARIABLES-OBSERVATION ... read successfully
#INITIAL-CONDITION   ... read successfully

!!!!!! 4 ERROR(S) EXIST. GETFLOWS STOPPED. !!!!!
```

- 実行時の標準出力
- エラー原因の特定を容易に
 - エラーについてのコメント
 - エラー発生行番号出力

入力値の型が異なる

値の範囲エラー

定義されていない
ドメインの参照

対象でない文字列の入力

ドキュメントの充実・公開

- 理論マニュアル
- 操作マニュアル
- 検証例題データセット集

理論マニュアル

- GETFLOWSが扱う現象の支配方程式と離散化手法, 数値解法などについてまとめる

3次元汎用地圏流体解析シミュレータ

GETFLOWS

General purpose Terrestrial Fluid Flow Simulator



株式会社 Geosph

内容

- はじめに.....
 - 概要.....
 - 開発経緯.....
 - 解析オプション.....
 - 入出力情報及び基本機能.....
 - 入出力情報.....
 - 物理現象の表現.....
 - 物理空間の表現.....
 - 境界条件の表現.....
 - 適用分野.....
 - 本書の構成.....
- 支配方程式系.....
 - 対象とする地圏流体システムの概念.....
 - 地上流体流動.....
 - 運動方程式.....
 - 連続の式.....
 - 平均流速公式.....
 - 運動波近似 (Kinematic Wave 近似).....
 - 拡散波近似 (Diffusion Wave 近似).....
 - 地下流体流動.....
 - 地上・地下流体の相互作用解析.....
 - 地上・地下流体の一般化流量公式.....
 - 地表水と地下水の相互交換.....
 - 多成分系の物質移動.....
 - エネルギー輸送 (非等温流体).....
 - 流砂輸送と移動床流れ.....
 - 掃流砂.....
 - 浮遊砂.....
 - 空気の溶解を考慮した2相流れ.....
- 流体・地層物性と構成則.....
 - 容積係数.....
 - 密度.....

$$Q_{w,y} = v_y W_y h = \frac{R_y \sqrt{3} W_y h}{n} \sqrt{|\frac{\partial h_f}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial y}|}$$

拡散波近似では水深勾配も駆動力化する斜面や水深勾配を無視できない

なお, 表 5 は(2-1), (2-2)式に示る大きさをある瞬間的な流れの実験計測値は Gunaratnum and Perkins それぞれの流れの種別毎に全体を 100%

表 5 地表水の流れを記述

種別	慣性項 $\beta \frac{\partial v_x}{\partial t}$	速度項 $\alpha \frac{\partial v_x^2}{2g \frac{\partial x}{\partial x}}$
河川	0.10	0.30
人工水路	0.36	0.36
地表流	0.37	0.37

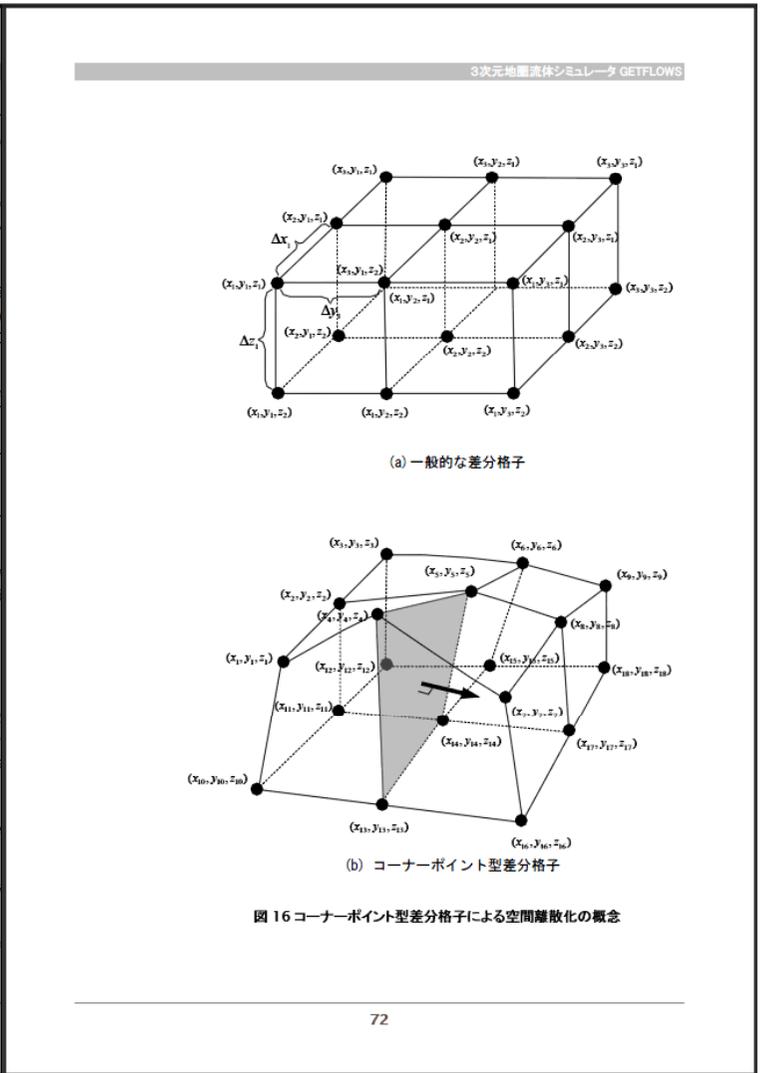
これより, いずれの種別においてが 99%以上を占め, 慣性項, 速度項がないことがわかる。

地下流体流動

等温状態における多孔質媒体中の流に関する連続の式と一般化されたダルシーの非線形偏微分方程式により記述

$$\nabla \cdot \left(\rho_{ns} \frac{Kk_{rw}}{\mu_w B_w} \nabla \psi_w \right) - \rho_w$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_{gs} \frac{Kk_{rg}}{\mu_g B_g} \nabla \psi_g \right) - \rho_g$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_{ns} \frac{Kk_{rn}}{\mu_n B_n} \nabla \psi_n \right) - \rho_{ns} q_{ns} - m$$


操作マニュアル

- 新バージョンGETFLOWSの入力ファイル規則などの利用方法についてまとめる

<p style="text-align: center;">GET 操 作</p> <p style="text-align: center;">Dec Geoc</p>	<p style="text-align: center;">表 4 ブロック一覧と実行</p> <table border="1"> <tr><td>解析コントロールデータ</td></tr> <tr><td>#TITLE-OF-SIMULATION</td></tr> <tr><td>#JOB-CONTROL</td></tr> <tr><td>#SOLVER-CONTROL</td></tr> <tr><td>#TIMESTEP-CONTROL</td></tr> <tr><td>#FLUID-SYSTEM</td></tr> <tr><td>#FLOW-TYPE</td></tr> <tr><td>流体物性データ</td></tr> <tr><td>#FORMATION-VOLUME-FACTOR</td></tr> <tr><td>#FLUID-COMPRESSIBILITY</td></tr> <tr><td>#VISCOSITY</td></tr> <tr><td>#VISCOSITY-INCREMENT</td></tr> <tr><td>#FLUID-DENSITY</td></tr> <tr><td>#PVT-FORMULA</td></tr> <tr><td>#PVT-TABLE-DEFINE</td></tr> <tr><td>計算グリッド(格子)データ</td></tr> <tr><td>#GRIDBLOCK-SYSTEM</td></tr> <tr><td>初期条件データ</td></tr> <tr><td>#STANDARD-CONDITION</td></tr> <tr><td>#INITIAL-CONDITION</td></tr> <tr><td>地層物性データ</td></tr> <tr><td>#EFFECTIVE-POROSITY</td></tr> <tr><td>#ABSOLUTE-PERMEABILITY</td></tr> <tr><td>#MANNING-COEFFICIENT</td></tr> <tr><td>#SOLID-COMPRESSIBILITY</td></tr> <tr><td>#MPF-FUNCTION</td></tr> <tr><td>#ASSIGN-MPF</td></tr> <tr><td>#IRREDUCIBLE-SATURATION</td></tr> <tr><td>領域分割データ</td></tr> <tr><td>#DOMAIN-SET</td></tr> <tr><td>#DOMAIN-ALIAS</td></tr> <tr><td>#DOMAIN-DECOMPOSITION</td></tr> <tr><td>流体・地層プロパティデータ</td></tr> <tr><td>#FLUID-PROPERTIES</td></tr> <tr><td>#HYDRAULIC-PROPERTIES</td></tr> <tr><td>外力・境界条件データ</td></tr> <tr><td>#RAINFALL</td></tr> <tr><td>#EVAPOTRANSPIRATION</td></tr> <tr><td>#SOIL-EVAPORATION</td></tr> <tr><td>#WATERABLE-CHANGE</td></tr> <tr><td>#VARIABLE-CHANGE</td></tr> <tr><td>#MATERIAL-CHANGE</td></tr> <tr><td>#WELL-OPERATION</td></tr> <tr><td>出力指示</td></tr> <tr><td>#OUTFILE-SYSTEM</td></tr> <tr><td>#OUTPUT-FORM</td></tr> <tr><td>#VOLUMEFLUX-OBSERVATION</td></tr> <tr><td>#FLUIDMASS-OBSERVATION</td></tr> <tr><td>#WATERLEVEL-OBSERVATION</td></tr> <tr><td>#VARIABLES-OBSERVATION</td></tr> <tr><td>文字列置換</td></tr> <tr><td>#REPLACE</td></tr> </table>	解析コントロールデータ	#TITLE-OF-SIMULATION	#JOB-CONTROL	#SOLVER-CONTROL	#TIMESTEP-CONTROL	#FLUID-SYSTEM	#FLOW-TYPE	流体物性データ	#FORMATION-VOLUME-FACTOR	#FLUID-COMPRESSIBILITY	#VISCOSITY	#VISCOSITY-INCREMENT	#FLUID-DENSITY	#PVT-FORMULA	#PVT-TABLE-DEFINE	計算グリッド(格子)データ	#GRIDBLOCK-SYSTEM	初期条件データ	#STANDARD-CONDITION	#INITIAL-CONDITION	地層物性データ	#EFFECTIVE-POROSITY	#ABSOLUTE-PERMEABILITY	#MANNING-COEFFICIENT	#SOLID-COMPRESSIBILITY	#MPF-FUNCTION	#ASSIGN-MPF	#IRREDUCIBLE-SATURATION	領域分割データ	#DOMAIN-SET	#DOMAIN-ALIAS	#DOMAIN-DECOMPOSITION	流体・地層プロパティデータ	#FLUID-PROPERTIES	#HYDRAULIC-PROPERTIES	外力・境界条件データ	#RAINFALL	#EVAPOTRANSPIRATION	#SOIL-EVAPORATION	#WATERABLE-CHANGE	#VARIABLE-CHANGE	#MATERIAL-CHANGE	#WELL-OPERATION	出力指示	#OUTFILE-SYSTEM	#OUTPUT-FORM	#VOLUMEFLUX-OBSERVATION	#FLUIDMASS-OBSERVATION	#WATERLEVEL-OBSERVATION	#VARIABLES-OBSERVATION	文字列置換	#REPLACE	<p style="text-align: center;">#HYDRAULIC-PROPERTIES</p> <p>用途</p> <p>地盤物性全般を定義します。</p> <p>識別子</p> <table border="1"> <tr><td>ブロック開始</td><td>#HYDRAULIC-PROPERTIES</td></tr> <tr><td>ブロック終了</td><td>#END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES</td></tr> </table> <p>使用方法</p> <p style="text-align: center;">表 45 HYDRAULIC-PROPERTIES プ</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>カード名称</th><th>形式</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>EFFECTIVE-POROSITY</td><td>F</td><td>有効空隙率</td></tr> <tr><td>PERM</td><td>F</td><td>6面の絶対浸透率</td></tr> <tr><td>I-PERM</td><td>F</td><td>I-面 "</td></tr> <tr><td>I+PERM</td><td>F</td><td>I+面 "</td></tr> <tr><td>J-PERM</td><td>F</td><td>J-面 "</td></tr> <tr><td>J+PERM</td><td>F</td><td>J+面 "</td></tr> <tr><td>K-PERM</td><td>F</td><td>K-面 "</td></tr> <tr><td>K+PERM</td><td>F</td><td>K+面 "</td></tr> <tr><td>MODEL</td><td>C</td><td>地表流れの近接性</td></tr> <tr><td>MANN</td><td>F</td><td>水平方向4面の Manning 係数</td></tr> <tr><td>I-MANN</td><td>F</td><td>I-面 "</td></tr> <tr><td>I+MANN</td><td>F</td><td>I+面 "</td></tr> <tr><td>J-MANN</td><td>F</td><td>J-面 "</td></tr> <tr><td>J+MANN</td><td>F</td><td>J+面 "</td></tr> <tr><td>SOLID-COMPRESSIBILITY</td><td>F</td><td>固相圧縮率(1-φ)</td></tr> <tr><td>WATER-XIR</td><td>F</td><td>水相の残留飽和度</td></tr> <tr><td>GAS-XIR</td><td>F</td><td>ガス相の "</td></tr> <tr><td>WG-CAPRALLY-TABLE</td><td>C</td><td>水-ガス相間の相対浸透率</td></tr> <tr><td>WG-RPERM-TABLE</td><td>C</td><td>6面の相対浸透率</td></tr> <tr><td>WG-RPERM-TABLE-HORIZONTAL</td><td>C</td><td>水平方向4面の "</td></tr> <tr><td>WG-RPERM-TABLE-UP</td><td>C</td><td>上面の "</td></tr> <tr><td>WG-RPERM-TABLE-DOWN</td><td>C</td><td>下面の "</td></tr> </tbody> </table>	ブロック開始	#HYDRAULIC-PROPERTIES	ブロック終了	#END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES	カード名称	形式		EFFECTIVE-POROSITY	F	有効空隙率	PERM	F	6面の絶対浸透率	I-PERM	F	I-面 "	I+PERM	F	I+面 "	J-PERM	F	J-面 "	J+PERM	F	J+面 "	K-PERM	F	K-面 "	K+PERM	F	K+面 "	MODEL	C	地表流れの近接性	MANN	F	水平方向4面の Manning 係数	I-MANN	F	I-面 "	I+MANN	F	I+面 "	J-MANN	F	J-面 "	J+MANN	F	J+面 "	SOLID-COMPRESSIBILITY	F	固相圧縮率(1-φ)	WATER-XIR	F	水相の残留飽和度	GAS-XIR	F	ガス相の "	WG-CAPRALLY-TABLE	C	水-ガス相間の相対浸透率	WG-RPERM-TABLE	C	6面の相対浸透率	WG-RPERM-TABLE-HORIZONTAL	C	水平方向4面の "	WG-RPERM-TABLE-UP	C	上面の "	WG-RPERM-TABLE-DOWN	C	下面の "	<p style="text-align: right;">3次元地盤流体シミュレータ GETFLOWS</p> <p>使用例①:ドメインによる設定</p> <pre>#HYDRAULIC-PROPERTIES MODEL=LINEARIZED-DIFFUSION-WAVE >TABLE METHOD = DOMAIN SIZE = 6, 10 CNAME = DOMAIN, SOLID-DENSITY, EFFECTIVE-POROSITY, PERM, MANN, SOLID-COMPRESSIBILITY, WG-CAPRALLY-TABLE, WG-RPERM-TABLE, WATER-XIR, GAS-XIR LABEL = DOMAIN DENS FORG PERM MANN Cx Pcwg RPTWG SWR SGR ! Atmosphere 2.SE2 1.E0 1.E10 n.a. 0. Atm-WG Atm-WG 0.001 0.0 Surface 2.SE2 1.E0 1.E10 1.E10 0. Surf-WG Surf-WG 0.001 0.0 Imperm 2.SE2 1.E0 0.E0 n.a. 0. UG-WG UG-WG 0.1 0.0 Underground 2.SE2 0.4 1.E2 n.a. 0. UG-WG UG-WG 0.1 0.0 UpStream 2.SE2 1.E0 1.E10 n.a. 0. UG-WG UG-WG 0.1 0.0 DownStream 2.SE2 1.E0 1.E10 n.a. 0. UG-WG UG-WG 0.1 0.0 #END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES</pre> <p>使用例②: 格子番号による設定</p> <pre>#HYDRAULIC-PROPERTIES >TABLE METHOD = IJK SIZE = 1, 10 CNAME = I-MIN, I-MAX, J-MIN, J-MAX, K-MIN, K-MAX, WG-CAPRALLY-TABLE, WG-RPERM-TABLE-HORIZONTAL, WG-RPERM-TABLE-UP, WG-RPERM-TABLE-DOWN LABEL = I1 I2 J1 J2 K1 K2 Pcwg RPTWG-H RPTWG-H RPTWG-H ! 1 -1 1 -1 2 2 Surf-WG Surf-WG Surf-WG Surf-WG #END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES</pre> <p>使用例③:ドメインとカード名称による設定</p> <pre>#HYDRAULIC-PROPERTIES MODEL = LINEARIZED-DIFFUSION-WAVE \$Imperm.PERM = 0.E0 \$Surface.MANN = 1.E10 #END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES</pre> <p>使用例④:オブジェクトによる設定</p> <pre>#HYDRAULIC-PROPERTIES \$Atmosphere.ALL = \$ATMOSPHERE-DB \$Surface.ALL = \$Surface-DB #END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES</pre>
	解析コントロールデータ																																																																																																																															
	#TITLE-OF-SIMULATION																																																																																																																															
#JOB-CONTROL																																																																																																																																
#SOLVER-CONTROL																																																																																																																																
#TIMESTEP-CONTROL																																																																																																																																
#FLUID-SYSTEM																																																																																																																																
#FLOW-TYPE																																																																																																																																
流体物性データ																																																																																																																																
#FORMATION-VOLUME-FACTOR																																																																																																																																
#FLUID-COMPRESSIBILITY																																																																																																																																
#VISCOSITY																																																																																																																																
#VISCOSITY-INCREMENT																																																																																																																																
#FLUID-DENSITY																																																																																																																																
#PVT-FORMULA																																																																																																																																
#PVT-TABLE-DEFINE																																																																																																																																
計算グリッド(格子)データ																																																																																																																																
#GRIDBLOCK-SYSTEM																																																																																																																																
初期条件データ																																																																																																																																
#STANDARD-CONDITION																																																																																																																																
#INITIAL-CONDITION																																																																																																																																
地層物性データ																																																																																																																																
#EFFECTIVE-POROSITY																																																																																																																																
#ABSOLUTE-PERMEABILITY																																																																																																																																
#MANNING-COEFFICIENT																																																																																																																																
#SOLID-COMPRESSIBILITY																																																																																																																																
#MPF-FUNCTION																																																																																																																																
#ASSIGN-MPF																																																																																																																																
#IRREDUCIBLE-SATURATION																																																																																																																																
領域分割データ																																																																																																																																
#DOMAIN-SET																																																																																																																																
#DOMAIN-ALIAS																																																																																																																																
#DOMAIN-DECOMPOSITION																																																																																																																																
流体・地層プロパティデータ																																																																																																																																
#FLUID-PROPERTIES																																																																																																																																
#HYDRAULIC-PROPERTIES																																																																																																																																
外力・境界条件データ																																																																																																																																
#RAINFALL																																																																																																																																
#EVAPOTRANSPIRATION																																																																																																																																
#SOIL-EVAPORATION																																																																																																																																
#WATERABLE-CHANGE																																																																																																																																
#VARIABLE-CHANGE																																																																																																																																
#MATERIAL-CHANGE																																																																																																																																
#WELL-OPERATION																																																																																																																																
出力指示																																																																																																																																
#OUTFILE-SYSTEM																																																																																																																																
#OUTPUT-FORM																																																																																																																																
#VOLUMEFLUX-OBSERVATION																																																																																																																																
#FLUIDMASS-OBSERVATION																																																																																																																																
#WATERLEVEL-OBSERVATION																																																																																																																																
#VARIABLES-OBSERVATION																																																																																																																																
文字列置換																																																																																																																																
#REPLACE																																																																																																																																
ブロック開始	#HYDRAULIC-PROPERTIES																																																																																																																															
ブロック終了	#END-OF-HYDRAULIC-PROPERTIES																																																																																																																															
カード名称	形式																																																																																																																															
EFFECTIVE-POROSITY	F	有効空隙率																																																																																																																														
PERM	F	6面の絶対浸透率																																																																																																																														
I-PERM	F	I-面 "																																																																																																																														
I+PERM	F	I+面 "																																																																																																																														
J-PERM	F	J-面 "																																																																																																																														
J+PERM	F	J+面 "																																																																																																																														
K-PERM	F	K-面 "																																																																																																																														
K+PERM	F	K+面 "																																																																																																																														
MODEL	C	地表流れの近接性																																																																																																																														
MANN	F	水平方向4面の Manning 係数																																																																																																																														
I-MANN	F	I-面 "																																																																																																																														
I+MANN	F	I+面 "																																																																																																																														
J-MANN	F	J-面 "																																																																																																																														
J+MANN	F	J+面 "																																																																																																																														
SOLID-COMPRESSIBILITY	F	固相圧縮率(1-φ)																																																																																																																														
WATER-XIR	F	水相の残留飽和度																																																																																																																														
GAS-XIR	F	ガス相の "																																																																																																																														
WG-CAPRALLY-TABLE	C	水-ガス相間の相対浸透率																																																																																																																														
WG-RPERM-TABLE	C	6面の相対浸透率																																																																																																																														
WG-RPERM-TABLE-HORIZONTAL	C	水平方向4面の "																																																																																																																														
WG-RPERM-TABLE-UP	C	上面の "																																																																																																																														
WG-RPERM-TABLE-DOWN	C	下面の "																																																																																																																														
	16	85	87																																																																																																																													

検証例題データセット集

- GETFLOWSに対してV&Vとして実施したテストケースのうち一部をデータセット集としてまとめる

GETFLOWS 検証例題データセット集

C-1-5 揚水試験

C-1-5.1 概要

テスト分類:	<input type="checkbox"/> 理論解	<input type="checkbox"/> ベンチマーク
流体系:	<input checked="" type="checkbox"/> 等温	<input type="checkbox"/> 非等温
	<input checked="" type="checkbox"/> 水	<input checked="" type="checkbox"/> ガス (空気)
解析種別:	水・空気 2 相流解析	
次元:	<input type="checkbox"/> 1 次元	<input type="checkbox"/> 2 次元
入力リスト名:	ci17.dat	
出典文献:	登坂博行(2007): 地圏水循環の数理...	

C-1-5.2 テストケース

飽和した厚さHの一律な被圧帯水層を想定し、一定流量Qを求め、数値解と比較した。定常状態での圧力場の理論解GETFLOWSによる計算でも条件を合わせた。一方、非定常水

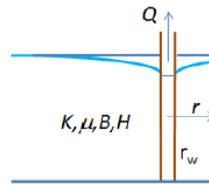


図 17 水平被圧帯水層か

一定流量で揚水しているときの定常状態での圧力と揚水井

$$P = P_0 - \frac{Q\mu}{2\pi KH} \cdot \ln\left(\frac{r_c}{r}\right)$$

ここで、 P_0 は初期圧力[Pa]、 Q は揚水量[m³/s]、 μ は粘性係数[Pa・s]、 r_c は影響半径[m]、 r は坑井中心からの距離[m]である。

一方、非定常状態における、任意の時間における任意の地

$$P_i - P(t, r) = \frac{QB\mu}{2\pi KH} \left(\frac{1}{2} \ln t + \frac{1}{2} \ln \frac{K}{\phi\mu C_r r_c^2} + 0.40454 \right)$$

ここで、 P_i は初期圧力[Pa]、 B は容積係数[-]、 t は時間[s]、 ϕ は孔隙率[-]、 r_c は影響半径[m]である。

GETFLOWS 検証例題データセット集

C-1-5.3 解析モデル

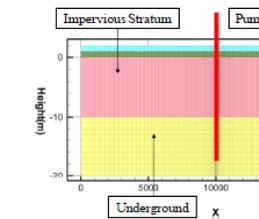
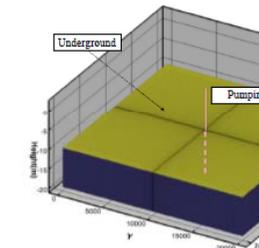
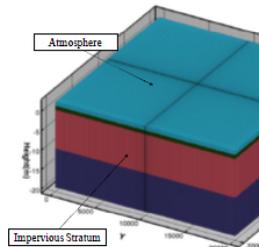


図 18 格子モデル

GETFLOWS 検証例題データセット集

C-1-5.5 結果

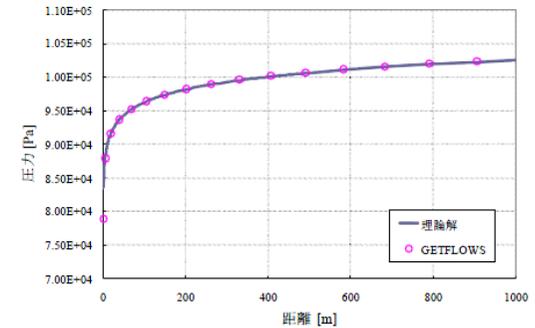


図 19 非定常解析における解析結果と理論解の比較 (20.5 日後の揚水井からの距離と圧力)

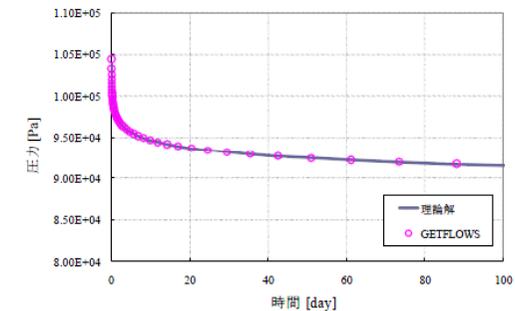


図 20 非定常解析における解析結果と理論解の比較 (39.6 m 地点での圧力経時変化)

世界的なV & Vの動き

- **V&V** (Verification & Validation: 検証と確認) の重要性
 - シミュレータの **品質保証**
 - 解析結果を各種の許認可申請や大規模建設工事の **基礎資料** として利用する際など
- 海外での動き: V&Vプロセスの標準化
 - 原子力分野: ANS (米国原子力学会)
 - 流体解析 : AIAA (米国航空宇宙学会)
 - 構造解析 : ASME (米国機械学会), 英国NAFEMS
 - 地下水 : U.S.EPA (米国環境保護庁), ASTM (米国材料試験協会)
- 我が国での動き
 - 日本計算工学会
 - 原子力学会・計算科学技術部会
 - 土木学会

弊社におけるV & Vの取り組み

- テストケースを3つのカテゴリーに分類
 - カテゴリー0 : 解析種別によらない共通機能の検証及びコードの基本特性の把握 (Verification)
 - カテゴリー1 : コード機能の検証 (Verification)
 - カテゴリー2 : モデル/パラメータの検証 (Validation)
- テストケースの設計手順
 1. GCM/RCM, LSM, 地表水流動, 土砂輸送, 地形変化等の視点を加えた水・物質循環シミュレータの一般的な機能分析リストを作成
 2. 機能分析リストからGETFLOWSが扱える機能を抽出
 3. GETFLOWSが解析可能な解析種別を分類
 4. 解析種別ごとに取り扱う機能を抽出・整理
 5. 全機能を網羅するように解析種別ごとにテストケースを複数設定

水・物質循環シミュレータの機能分析リスト

流体システム	地下流体流動	物質輸送	熱輸送	数値解法・ソルバー	出力
<p>流体相</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ F-1: 水相 ■ F-2: 気相 ■ F-3: 非水相液体 (NAPL) <p>流体特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ F-4: 密度 ■ F-5: 粘度 ■ F-6: 圧力依存性 ■ F-7: 温度依存性 □ F-8: 超臨界状態 	<p>流動特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ G-1: 単相流 ■ G-2: 二相流 ■ G-3: 多相流 ■ G-4: 水蒸気 ■ G-5: 塩水 (密度流) ■ G-6: タルジー流れ □ G-7: 非タルジー流れ <p>水文地質学的媒体特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ G-8: 多孔質媒体 □ G-9: 離散的フラクチャ □ G-10: 二重孔隙モデル ■ G-11: 均質水力学特性 ■ G-12: 不均質水力学特性 ■ G-13: 異方性水力学特性 ■ G-14: 地盤圧縮性 □ G-15: 膨潤 □ G-16: 収縮 ■ G-17: 傾斜地層 ■ G-18: 複数種地層 <p>媒体パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ G-19: 孔隙率 ■ G-21: 孔隙率変化 ■ G-22: 浸透率 (透水係数) ■ G-23: 浸透率変化 ■ G-24: 圧縮率 ■ G-25: 残留飽和率 □ G-26: モデル選択 ■ G-27: 表形式入力 (任意の関数) ■ G-28: ヒステリシス □ G-29: モデル選択 ■ G-30: 表形式入力 (任意の関数) ■ G-31: ヒステリシス ■ G-32: 三相相対浸透率モデル <p>流動関連過程</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ G-33: 地表水浸透 ■ G-34: 蒸発散 ■ G-35: 毛管帯形成 <p>Sink/Source</p> <ul style="list-style-type: none"> □ G-36: 定流量 ■ G-37: 可変流量 ■ G-38: 定圧 ■ G-39: 井戸損失 □ G-40: グリッド-半径補正 □ G-41: Well-bore storage ■ G-42: 多層仕上げ □ G-43: 定流量 ■ G-44: 可変流量 ■ G-45: 定圧 	<p>保存的輸送過程</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ T-1: 移流 ■ T-2: 機械的分散 ■ T-3: 分子拡散 ■ T-4: 多成分系 <p>相間物質移動</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ T-5: 吸着 (気相成分→固相) ■ T-6: 吸着 (液相成分→固相) ■ T-7: 脱着 (固相→気相成分) ■ T-8: 脱着 (固相→液相成分) ■ T-9: 弾跳 □ T-10: 凝縮 <p>吸着式</p> <ul style="list-style-type: none"> □ T-11: 線形 (遅延効果) ■ T-12: ラングミュア ■ T-13: フロイントリッヒ □ T-14: 速度論的吸着 <p>化学反応</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ T-15: イオン交換 □ T-16: 置換 / 加水分解 ■ T-17: 溶解 (気相成分→水相) ■ T-18: 溶解 (非水相成分→水相) □ T-19: 溶解 (固相成分→水相) □ T-20: 沈殿 □ T-21: 酸化 / 還元 □ T-22: 酸 / 塩基反応 □ T-23: 錯体形成 □ T-24: 微生物分解 ■ T-25: 放射性崩壊 <p>反応形式</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ T-26: 0次反応 ■ T-27: 1次反応 □ T-28: 2次反応 ■ T-29: 連鎖反応 <p>物質輸送パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ T-30: 孔隙率 □ T-31: 等方性 ■ T-32: 二次元異方性 ■ T-33: 三次元異方性 ■ T-34: 均質 ■ T-35: 不均質 ■ T-36: スケール依存性 □ T-37: 均質 ■ T-38: 不均質 ■ T-39: 多成分 □ T-40: 均質 ■ T-41: 不均質 ■ T-42: 屈曲度 ■ T-43: 反応速度定数 ■ T-44: Henry定数 ■ T-45: 半減期 <p>Sink/Source</p> <ul style="list-style-type: none"> □ T-46: 定流量・定濃度圧入 ■ T-47: 時間可変流量・濃度圧入 ■ T-48: 地下水揚水 ■ T-49: 線源 (浸透溝) ■ T-50: 水平面源 (飼育場、埋立地) □ T-51: 植物吸収 	<p>熱輸送過程</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ H-1: 移流 ■ H-2: 熱伝導 ■ H-3: 熱分散 ■ H-4: 固相-液相間熱拡散 ■ H-5: 放射 ■ H-6: 相変化 ■ H-7: 相間熱交換 ■ H-8: 熱生成 <p>熱輸送パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ H-9: 孔隙率 □ H-10: 等方性 ■ H-11: 異方性 ■ H-12: 均質 ■ H-13: 不均質 □ H-14: 均質 ■ H-15: 不均質 <p>Sink/Source</p> <ul style="list-style-type: none"> □ H-16: 定流量・定温度圧入 ■ H-17: 時間可変流量・温度圧入 ■ H-18: 地下水揚水 ■ H-19: 線源 ■ H-20: 水平面源 	<p>Spatial orientation</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N-1: 一次元水平 ■ N-2: 一次元鉛直 ■ N-3: 二次元水平 ■ N-4: 二次元鉛直 □ N-5: 二次元放射状 ■ N-6: 完全三次元 ■ N-7: 三次元円筒形 □ N-8: 三次元放射状 <p>空間離散化</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N-9: 離散化なし ■ N-10: 等間隔グリッド ■ N-11: 可変間隔グリッド □ N-12: 可動グリッド (節点の再配置) ■ N-13: 局所高解像度格子 (LGR) <p>グリッド形状</p> <ul style="list-style-type: none"> □ N-14: 一次元線形 □ N-15: 一次元曲線 □ N-16: 二次元三角形 □ N-17: 二次元湾曲三角形 □ N-18: 二次元長方形 □ N-19: 二次元正方形 □ N-20: 二次元四辺形 □ N-21: 二次元湾曲四辺形 □ N-22: 二次元多角形 □ N-23: 二次元円筒形 □ N-24: 三次元立方体 ■ N-25: 三次元直方体 ■ N-26: 三次元六面体 □ N-27: 三次元四面体 □ N-28: 三次元球形 <p>数値解法</p> <ul style="list-style-type: none"> □ N-29: 有限差分法 ■ N-30: 積分型有限差分法 □ N-31: 有限要素法 □ N-32: 粒子追跡法 <p>時間離散化</p> <ul style="list-style-type: none"> □ N-33: 陽解法 ■ N-34: 完全陰解法 ■ N-35: Crank-Nicholson法 <p>Time Stepping Scheme</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N-36: 固定タイムステップ ■ N-37: オートタイムステップ <p>非線形解法</p> <ul style="list-style-type: none"> □ N-38: Picardの逐次反復法 ■ N-39: Newton-Raphson法 <p>マトリックスソルバー</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ N-40: 反復法 ■ N-41: 直接法 ■ N-42: 逐次降化手法 (SLP) 	<p>エラーバック</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ O-1: 入力値のエコー <p>計算結果出力 (形式)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ O-2: バイナリ形式 ■ O-3: ASCII形式 ■ O-4: 空間分布 ■ O-5: 時系列 □ O-6: 直接画面表示 (テキスト) □ O-7: 直接画面表示 (グラフ) □ O-8: 画像ファイル <p>計算結果出力 (種類)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ O-9: 圧力 ■ O-10: ポテンシャル ■ O-11: 飽和率 □ O-12: 圧力変化量 □ O-13: 飽和率変化量 ■ O-14: 格子間フラックス ■ O-15: 浸透フラックス ■ O-16: 蒸発散フラックス ■ O-17: 境界面フラックス □ O-18: 流速 ■ O-19: 流線・流線跡 (画像) □ O-20: 物質収支 <p>計算情報出力</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ O-21: 反復計算の進捗 ■ O-22: 反復計算誤差 ■ O-23: 質量収支誤差 □ O-24: CPU時間 □ O-25: 割り当てメモリ量
<p>地表水流動</p> <p>流動特性</p> <ul style="list-style-type: none"> □ R-1: 等流 □ R-2: 不等流 ■ R-3: 不定流 ■ R-4: 浸透 ■ R-5: 湧出 <p>開水路流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> □ R-6: Manningの式 □ R-7: シェーの式 □ R-8: Dynamic Wave ■ R-9: 拡散近似 ■ R-10: 線形化拡散波近似 ■ R-11: 運動波近似 <p>流出モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> □ R-12: 貯留関数法 □ R-13: タンクモデル ■ R-14: 分布型モデル <p>陸面特性</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ R-15: 降雨分布 ■ R-16: 降雨時間変化 □ R-17: 積雪・融雪 ■ R-18: 蒸発散 ■ R-19: 海水位変化 ■ R-20: 土地利用 ■ R-21: 植生 □ R-22: 樹冠遮断 □ R-23: リター遮断 <p>地表流パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ R-24: 等価粗度係数 <p>人工構造物</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ R-25: 水門・橋門・構管 ■ R-26: 堰 ■ R-27: ダム □ R-28: 雨水浸透施設 □ R-29: 人工涵養施設 	<p>土砂輸送</p> <p>土砂輸送過程</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ S-1: 掃流砂 ■ S-2: 浮遊砂 □ S-3: 斜面崩壊 ■ S-4: 地形変化 ■ S-5: 地形拡散 <p>土砂輸送パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ S-6: 粒径分布 ■ S-7: 粒子密度 ■ S-8: 従順係数 	<p>変形</p> <p>変形過程</p> <ul style="list-style-type: none"> □ D-1: 地盤沈下 □ D-2: 圧密 □ D-3: 媒体膨脹 □ D-4: 鉛直 □ D-5: 水平 □ D-6: 三次元 □ D-7: 流体連成 □ D-8: 温度・流体連成 □ D-9: 弾性変形 □ D-10: 非弾性変形 <p>変形パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> □ D-11: 応力依存型浸透率 □ D-12: 地盤圧縮率 □ D-13: 圧密係数 			

※Paul K. M., van der Heijde and David A. Kanzer, 1997. Ground-Water Model Testing: Systematic Evaluation and Testing of Code Functionality and Performance, EPA/600/R-97/007. を参考に作成

水・物質循環シミュレータの機能分析リスト

■でチェックされた機能をすべて網羅するようにテストケースを設定

GETFLOWSが有する機能には■

流体システム

流体相

- F-1 : 水相
- F-2 : 気相
- F-3 : 非水相液体 (NAPL)

流体特性

- F-4 : 密度
- F-5 : 粘度
- F-6 : 圧力依存性
- F-7 : 温度依存性
- F-8 : 超臨界状態

地下流体流動

流動特性

- G-1 : 単相流
- G-2 : 二相流
- G-3 : 多相流
- G-4 : 水蒸気
- G-5 : 塩水 (密度流)
- G-6 : ダルシー流れ
- G-7 : 非ダルシー流れ

水文地質学的媒体特性

- G-8 : 多孔質媒体
- G-9 : 離散的フラクチャー
- G-10 : 二重孔隙モデル
- G-11 : 均質水力学特性
- G-12 : 不均質水力学特性
- G-13 : 異方的水力学特性
- G-14 : 地盤圧縮性
- G-15 : 膨潤
- G-16 : 収縮
- G-17 : 傾斜地層
- G-18 : 複数種地層

媒体パラメータ

- G-19 : 孔隙率
- G-21 : 孔隙率変化
- G-22 : 浸透率 (透水係数)
- G-23 : 浸透率変化
- G-24 : 圧縮率
- G-25 : 残留飽和率
- 飽和率 vs. 毛管圧力 (サクシオン)
 - G-26 : モデル選択
 - G-27 : 表形式入力 (任意の関数)

地表水流動

流動特性

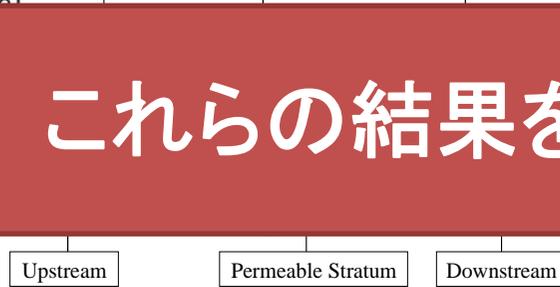
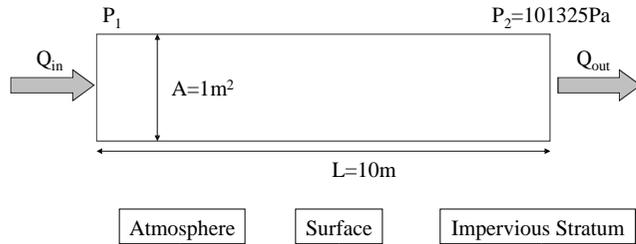
- R-1 : 等流
- R-2 : 不等流
- R-3 : 不定流
- R-4 : 浸透
- R-5 : 湧出

開水路流れ

- 平均流速公式
 - R-6 : マニングの式
 - R-7 : ジエシーの式
- 運動方程式解法
 - R-8 : Dynamic Wave
 - R-9 : 拡散波近似
 - R-10 : 線形化拡散波近似
 - R-11 : 運動波近似

テストケース例

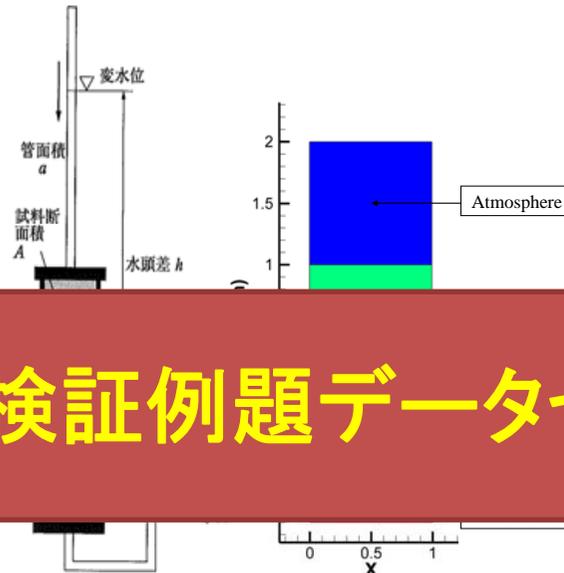
一次元飽和地下水流れ



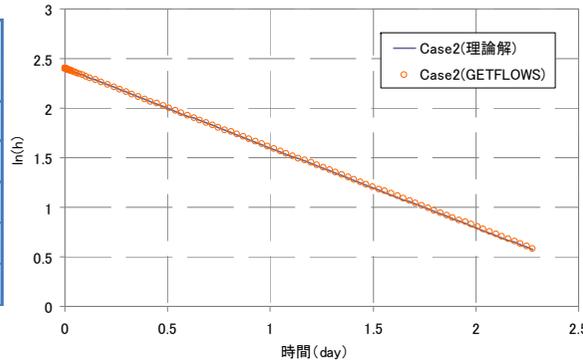
$$Q = -\frac{kA}{\mu} \frac{P_2 - P_1}{L}$$

P ₁ - P ₂ (Pa)	Permeability (m ²)	Analytical (m ³ /day)	GETFLOWS (m ³ /day)	Difference (m ³ /day)
98066.50	1.0 × 10 ⁻¹²	8.4560 × 10 ⁻¹	8.4560 × 10 ⁻¹	0
49033.25	1.0 × 10 ⁻¹²	4.2280 × 10 ⁻¹	4.2280 × 10 ⁻¹	0
196133.00	1.0 × 10 ⁻¹²	1.6912	1.6912	0
98066.50	1.0 × 10 ⁻¹⁵	8.4560 × 10 ⁻⁴	8.4560 × 10 ⁻⁴	0
98066.50	1.0 × 10 ⁻⁹	8.4560 × 10 ²	8.4560 × 10 ²	0

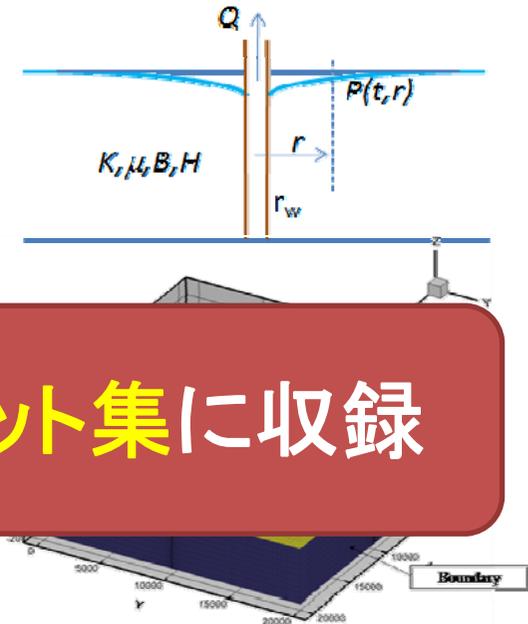
変水位試験



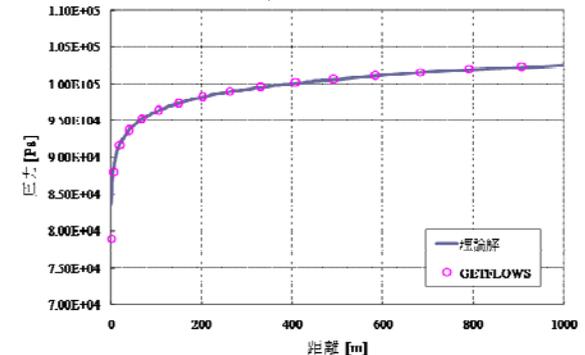
$$\ln h = -\frac{kA}{aL}t + \ln h_0$$



揚水試験



$$P_i - P(t, r) = \frac{QB\mu}{2\pi KH} \left(\frac{1}{2} \ln t + \frac{1}{2} \ln \frac{K}{\phi\mu C_i r_w^2} + 0.40454 \right)$$



これらの結果を検証例題データセット集に収録

◆ ドキュメントの配布

- ライセンスユーザにはドキュメント一式を送付
- 理論マニュアル, 検証例題データセット集は希望者に配布予定
 - ご希望の方メールでお申し込みください

◆ 新バージョンGETFLOWSの評価版配布

- 水・空気二相流動解析バージョン
- オンラインマニュアルを提供予定

※ 上記の詳細は近日中に弊社ウェブサイトにて告知いたします
(<http://www.getc.co.jp>)