



第一種二次流バージョン

iRIC Full 3D Solver

Nays CUBE

Tutorial



北海道大学

木村 一郎

Ichiro Kimura



作業の流れ

Step 1: 計算格子の作成

- ・実河川の地形を用いる場合
- ・単純な形状をiRIC内で作成することも可能

Step 2: 計算条件の設定

- ・流量, 計算時間, 河床条件などを設定

Step 3: 計算の実行

- ・計算エンジンが計算を実行します。ユーザは実行ボタンを押すだけです。
- ・計算途中でも, 次の可視化を行うことができます。

Step 1,2が前処理
Step 4が後処理です。

Step 4: 計算結果の可視化

- ・ベクトル, 流線, 等値面, パーティクル, コンターなどの多彩な描画機能が用意されています。

作業終了





CASE II

第 1 種二次流にチャレンジ



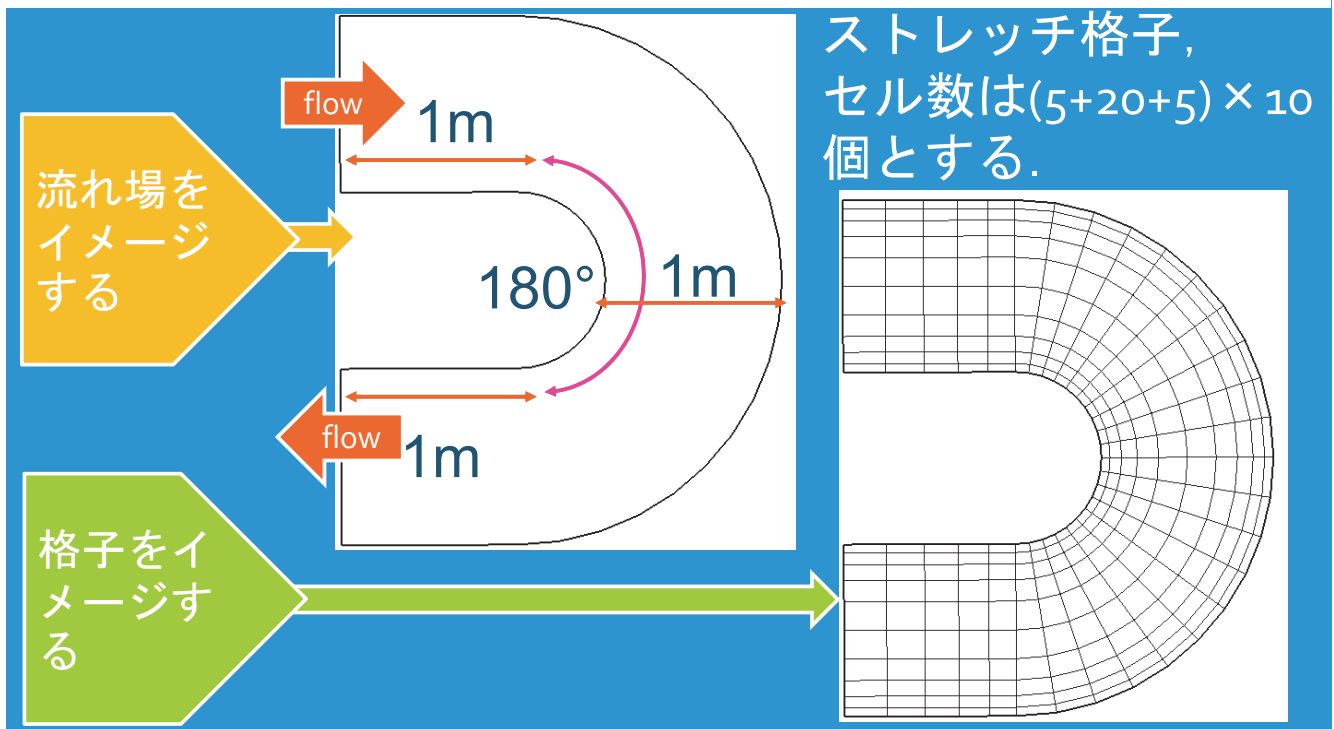
Copyright (C) 2012 iRIC Project . All Rights Reserved 3



CASE II Step 1

計算格子の生成

U型の曲り水路の格子を作成する.



計算格子はなぜ必要？

- ・水は「連続体」(アナログ)だが、計算機で扱うには、有限個の計算要素(デジタル)に置き換える必要がある。これを、離散化という。
- ・計算格子を細かくとると、計算要素数が多く、細かくなり、計算精度が向上する。(計算精度に影響)
- ・しかし、計算格子を細かくすると、計算時間が大きくなり、データサイズも大きくなる。(計算コストに影響)
- ・精度と計算機負荷のバランスのとれた計算格子を作成することが重要だが、これには経験が必要。

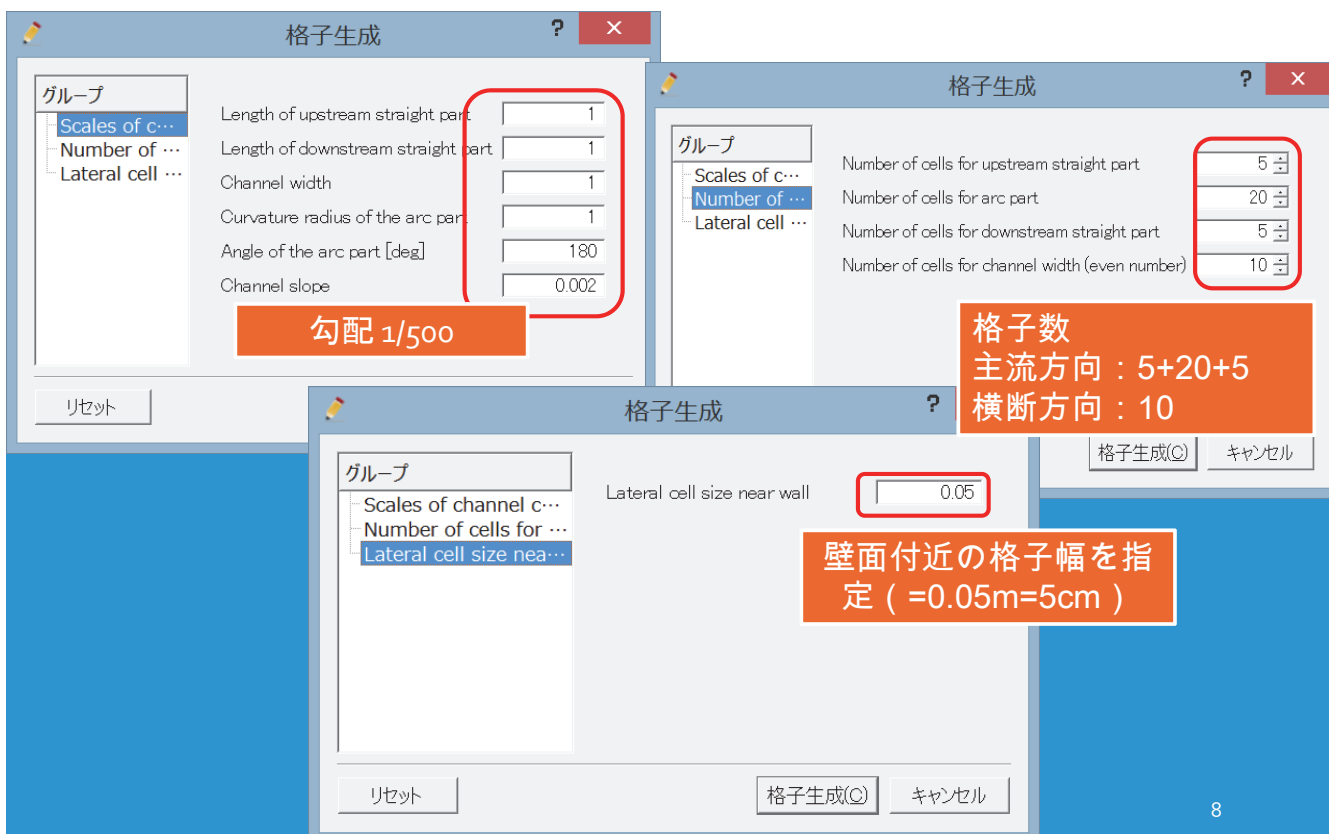
起動とソルバー選択

iRICを起動し，ソルバー選択画面からNaysCUBEを選ぶ

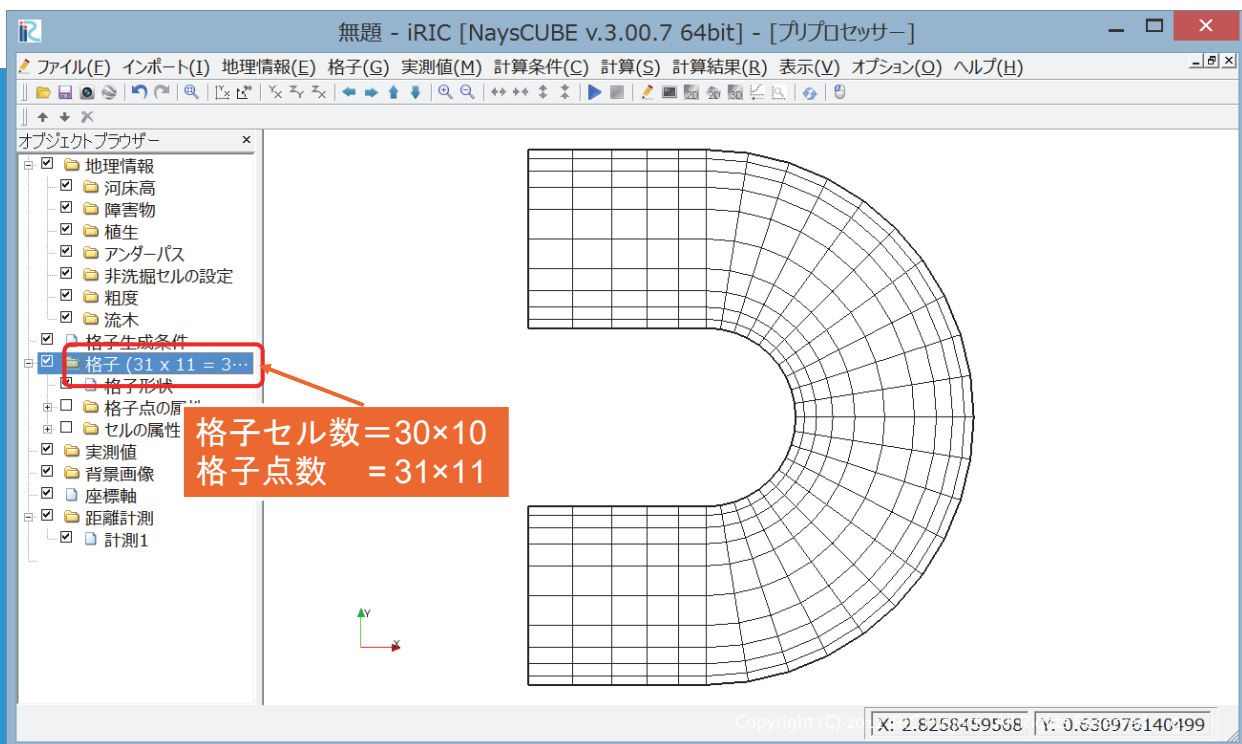


U-CHANNEL GENERATOR 2で格子を作る

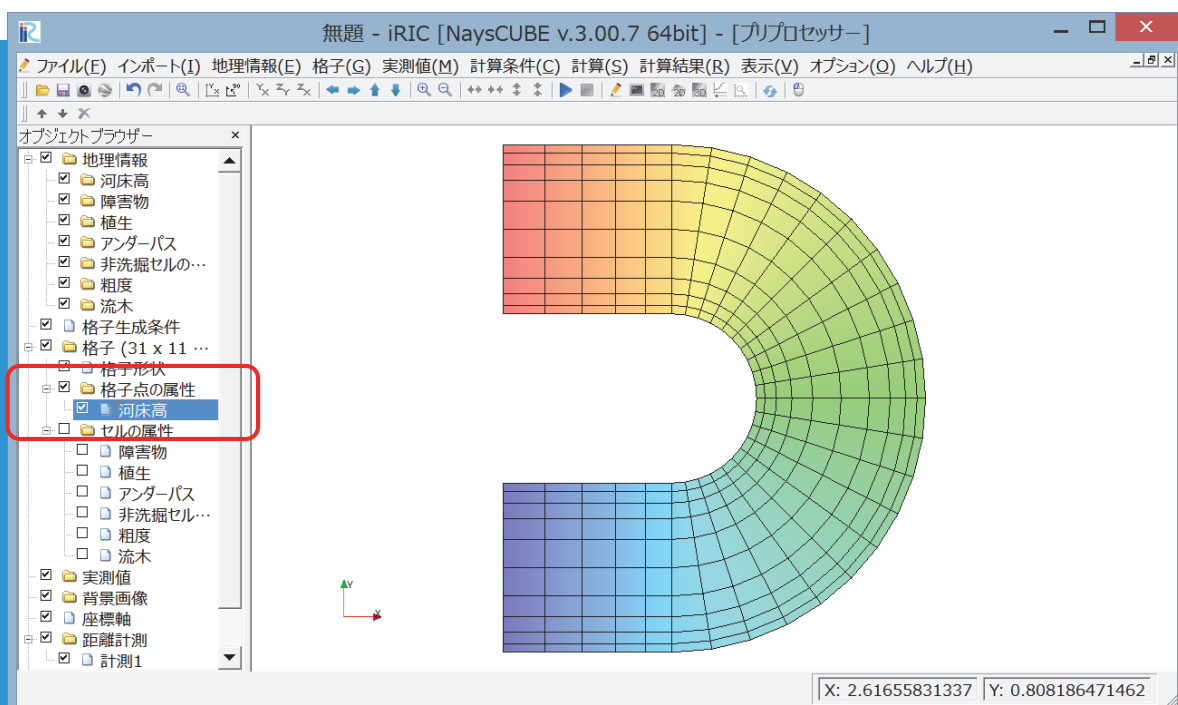
「格子」⇒「格子生成アルゴリズムの選択」⇒「U-channel generator 2」を選択する。



生成された格子形状を確認する.



河床の高さを確認する. 「格子点属性」→「河床高」をチェック





CASE II

Step 2

計算条件の設定

11

計算条件を確認する。

- ・固定床計算
- ・流量100 l/s ($=0.1m^3/s$)
- ・水深0.1m
- ・底面のマニング粗度 $n=0.02$, 壁面は $n=0.01$
- ・100秒間計算し , 1秒ごとにファイルをアウトプット

基本パラメータの設定

計算条

鉛直分割を"5"と
してみましょう。

鉛直方向格子分割数

固定床計算/移動床計算?

乱流モデル

移流項の空間差分スキーム

グループ

- 基本パラメータ
- 時間に関する条件
- 流れに関する条件
- 粗度の設定
- 河床に関する条件
- 植生条件
- 境界条件
- ホットスタートに関する...
- 他形式ファイルへの...
- 初期地形補正
- 読み込み

リセット

保存して閉じる(S) キャンセル

最も高次精度の「TVD-Muscl」を選択

13

時間に関する条件の設定

計算条件

計算開始時刻[s]

計算終了時刻[s]

ファイル出力時間間隔[s]

計算時間間隔(Δt)[s]

水面変動計算開始時刻[s]

河床変動計算開始時刻[s]

グループ

- 基本パラメータ
- 時間に関する条件
- 流れに関する条件
- 粗度の設定
- 河床に関する条件
- 植生条件
- 境界条件
- ホットスタートに関する...
- 他形式ファイルへの...
- 初期地形補正
- 読み込み

△tの設定の目安は「最小格子幅÷最大流速×0.2」程度です。最初は特に慎重に設定しましょう。計算が異常終了する場合は△tの値を小さくして再チャレンジ！

コレ重要！

14

流れに関する条件の設定

計算条件
? ×

グループ

- 基本パラメータ
- 時間に関する条件
- 流れに関する条件
- 粗度の設定
- 河床に関する条件
- 植生条件
- 境界条件
- ホットスタートに...
- 他形式ファイル...
- 初期地形補正
- 流木
- 高度な設定

流量[m ³ /s]	<input type="text" value="0.1"/>	
下流端水位の与え方	直接数値で与える	
下流端水位[m]	<input type="text" value="0.1"/>	
計算セル最小水深[m]	<input type="text" value="0.01"/>	
初期水面勾配の与え方	初期平均河床勾配と同じにする	
初期水面勾配	<input type="text" value="0.0001"/>	
初期流量すり付け	すり付け無し	
初期流量割合	<input type="text" value="0.1"/>	
	<input type="text" value="10"/>	

計算セル最小水深とは、計算で水域と判断する最小の水深です。(これ以下は陸域と判断される。)平均水深の1/10に設定するのが通常です。

リセット
OK
キャンセル

粗度の設定

計算条件
? ×

グループ

- 基本パラメータ
- 時間に関する条件
- 流れに関する条件
- 粗度の設定
- 河床に関する条件
- 植生条件
- 境界条件
- ホットスタートに...
- 他形式ファイル...
- 初期地形補正
- 流木
- 高度な設定

底面の摩擦速度計算方法	マニング則	
領域Aのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
領域Bのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
領域Cのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
領域Dのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
領域Eのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
領域Fのマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.02"/>	
壁面の摩擦速度計算方法	マニング則	
壁面のマニング粗度係数n	<input type="text" value="0.01"/>	
	<input type="text" value="0.01"/>	

特に設定を行わない場合、全ての領域は「領域A」となっています。

粗度は、底面や壁面の抵抗を指定します。「滑面对数則」、「粗面对数則」、「マニング則」のいずれかから指定します。

OK
キャンセル

以上で、今回の計算条件の設定
は完了です。



Copyright (C) 2012 iRIC Project . All Rights Reserved 17



CASE II Step 3

計算の実行

実行ボタンを押して計算スタート

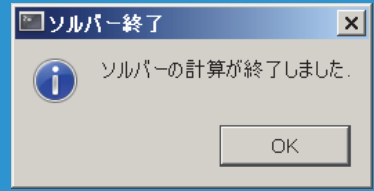
```
A1_9_2.ipro - IRIC [NaysCUBE v.2.22 32bit] - ソルバーコンソール [NaysCUBE v.2.22 32bit] (実行中)
ファイル(F) インポート(I) 計算(S) 計算結果(R) 表示(V) オプション(O) ヘルプ(H)
LOOP_SURF= 3
Current-Q & Target-Q 1900.23841235949 2000.00000000000
QIN, Q_hyd, Q0 1999.95721560685 2000.00000000000
2000.00000000000
KT= 1847
LOOP_SURF= 151 T= 15.1000000
Current-Q & Target-Q 1899.3597 2000.00000000000
QIN, Q_hyd, Q0 1999.94803253551 2000.00000000000
2000.00000000000
LOOP_SURF= 152 T= 15.2000000
Current-Q & Target-Q 1898.9235 2000.00000000000
QIN, Q_hyd, Q0 1999.94305866802 2000.00000000000
2000.00000000000
LOOP_SURF= 153 T= 15.3000000
Current-Q & Target-Q 1898.4892 2000.00000000000
QIN, Q_hyd, Q0 1999.93786273593 2000.00000000000
2000.00000000000
LOOP_SURF= 154 T= 15.4000000
Current-Q & Target-Q 1898.05695542984 2000.00000000000
QIN, Q_hyd, Q0 1999.93245694677 2000.00000000000
2000.00000000000
```

ちょっと待ちます.

ソルバーコンソール画面 (この画面) に「NaN」が表示されたら、計算が異常終了 =>

- ・ Δtを小さく取り直す。
- ・ 計算格子を見直す。 などして再挑戦！

計算が終了するとこれが出てくる=>



CASE II Step 4

計算結果の可視化

NAYSCUBE出力変数（1）（ソルバーマニュアル参照）

基本水理量出力項目

#	項目	意味	説明
1	Dynamic_P	動水圧(Pa)	水圧から静水圧を差し引いた値です。
2	Water deviation	水位 (m)	基準面からの水面の高さを表します。 二次元変数であることに注意。
3	Depth	水深 (m)	河床から水面までの距離を表します。 二次元変数であることに注意。
4	Velocity Magnitude	流速強度(m/s)	流速強度は、 x, y, z 方向の流速成分をそれぞれ、 U, V, W とすれば、 $(U^2+V^2+W^2)^{0.5}$ で計算されます。
5	Depth-ave Velocity	水深平均流速 (m/s)	水深平均された流速を出力します。（二次元変数）

障害物・植生出力項目

#	項目	意味	説明
1	Obstacle	障害物セル	障害物セルでは1，それ以外では0となる変数です。 障害物を描画する場合は、「等値面」を用い、値を「0」に設定します。これによりシャープな境界面を描くことができます。また、非越流型障害物の場合で天端の面を描画する場合も、必ずこの値を「0」に設定してください。
2	Vegetation	植生密度	植生密度を表す変数です。

NAYSCUBE出力変数（2）（ソルバーマニュアル参照）

河床に関する出力項目

#	項目	意味	説明
1	Bed height	河床高(m)	基準面からの河床の標高を表します。 二次元変数であることに注意。
2	Bed deviation	河床変動量(m)	初期河床高からの河床変動量を表します。 二次元変数であることに注意。
3	Bed shear	底面せん断応力 (Pa)	底面せん断応力（掃流力）の値を表します。 二次元変数であることに注意。
4	C sus load	浮遊砂濃度	浮遊砂濃度を体積割合（＝水・浮遊砂混合体の体積に対する固形分の体積）で表します。

乱流に関する出力項目

#	項目	意味	説明
1	Turb_k	乱れエネルギー (m ² /s ²)	乱れエネルギー(k)を表します。
2	Eddy vis.	渦動粘性係数	渦動粘性係数 ν_t の値を出力します。
3	uu		レイノルズ応力を出力します。
4	vv		レイノルズ応力を出力します。
5	ww		レイノルズ応力を出力します。
6	uv		レイノルズ応力を出力します。
7	vw		レイノルズ応力を出力します。
8	wu		レイノルズ応力を出力します。

NAYSCUBE出力変数（3）（ソルバーマニュアル参照）

渦や組織構造に関する出力項目

#	項目	意味	説明
1	Vor. stream	主流方向渦度	主流方向の軸を持つ渦度の値を出力します。縦渦構造などを明確に見ることができます。
2	Vor. lateral	横断方向渦度	横断方向の軸を持つ渦度の値を出力します。
3	Vor. vertical	鉛直方向渦度	鉛直方向の軸を持つ渦度の値を出力します。平面渦の可視化に適します。
4	Vorticity all	渦度の絶対値	渦度の絶対値を出力します。渦構造全般をみるのに適します。
5	Weiss F	ワイス関数	ワイス関数の値を出力します。乱流組織構造の可視化に適しています。

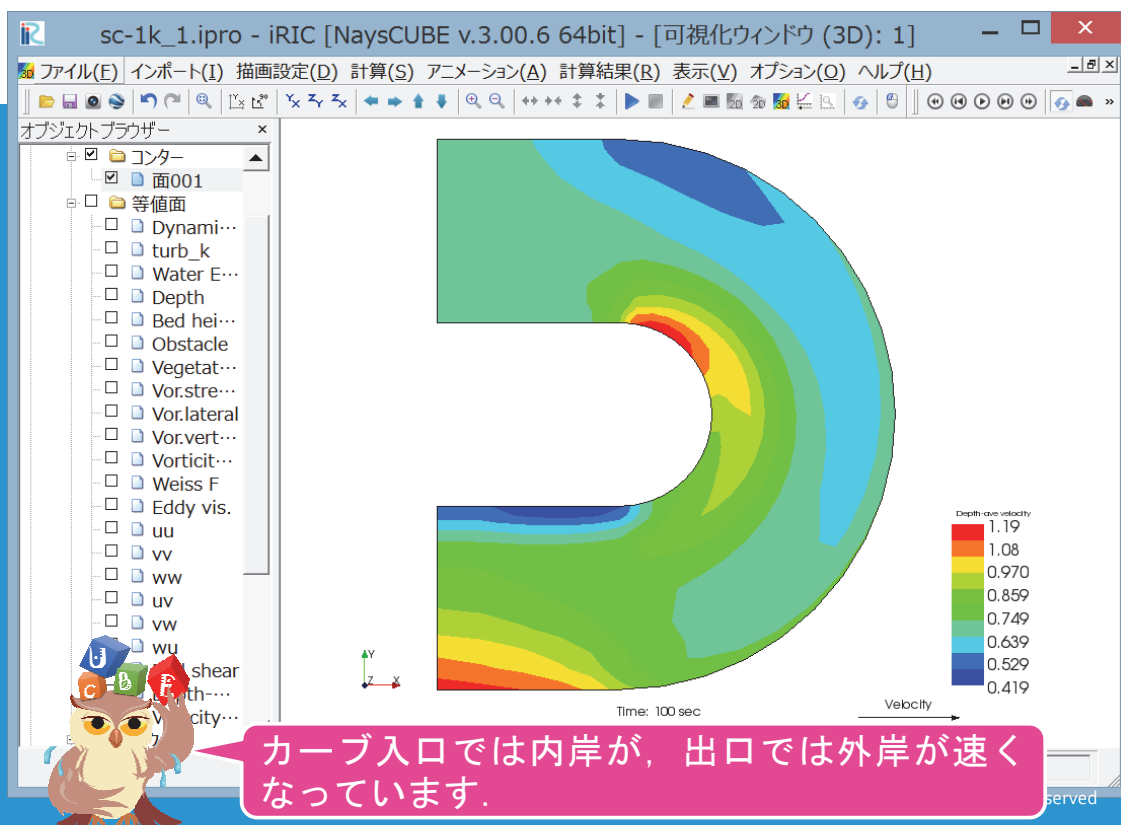
二次元変数と三次元変数

計算格子各点を持っている変数 → 三次元変数
 平面的な格子点もっている点数（鉛直方向に変化しない変数） → 二次元変数

- ・ 二次元変数：水位、水深、水深平均流速、河床高、河床せん断力など、
- ・ 三次元変数：その他ほとんど

25

出力結果（T=100SEC）



served 26

流線を追加表示してみよう！

流線とは、流れの道筋を線で結んで表した感じ。

可視化画面の「流線」を右クリックすると設定ウィンドウが現れます。

1 開始位置

範囲

流線の開始位置を指定します。

I 最小 [1] I 最大 [1]

J 最小 [1] J 最大 [11]

K 最小 [2] K 最大 [2]

生成間隔

減らす 増やす [1]

1/5 1 5

色: [黒] 線の太さ: [1]

追加(A) 削除(R) OK キャンセル

1 開始位置

範囲

流線の開始位置を指定します。

I 最小 [1] I 最大 [1]

J 最小 [1] J 最大 [11]

K 最小 [5] K 最大 [5]

生成間隔

減らす 増やす [1]

1/5 1 5

色: [赤] 線の太さ: [1]

追加(A) 削除(R) OK キャンセル

K=1 (底面付近の流線) を黒で描く

K=5 (水面付近の流線) を赤で描く

描画方向は
I-方向: 横断面内
J-方向: 縦断面内
K-方向: 水平面内
となります。

描画の結果 (T=100SEC)

sc-1k_1.ipro - iRIC [NaysCUBE v.3.00.6 64bit] - [可視化ウィンドウ (3D): 1]

ファイル(E) インポート(I) 描画設定(D) 計算(S) アニメーション(A) 計算結果(R) 表示(V) オプション(O) ヘルプ(H)

オブジェクトブラウザ

- Vegetat...
- Vor.stre...
- Vor.lateral
- Vor.vert...
- Vorticit...
- Weiss F
- Eddy vis.
- uu
- vv
- ww
- uv
- vw
- wu
- Bed shear
- Depth...
- Velocity...
- ベクトル
 - 面001
 - 面002
- 流線
- Velocity
- パーメカ...

Depth-ave velocity

- 1.19
- 1.08
- 0.970
- 0.859
- 0.749
- 0.639
- 0.529
- 0.419

Time: 100 sec

Velocity

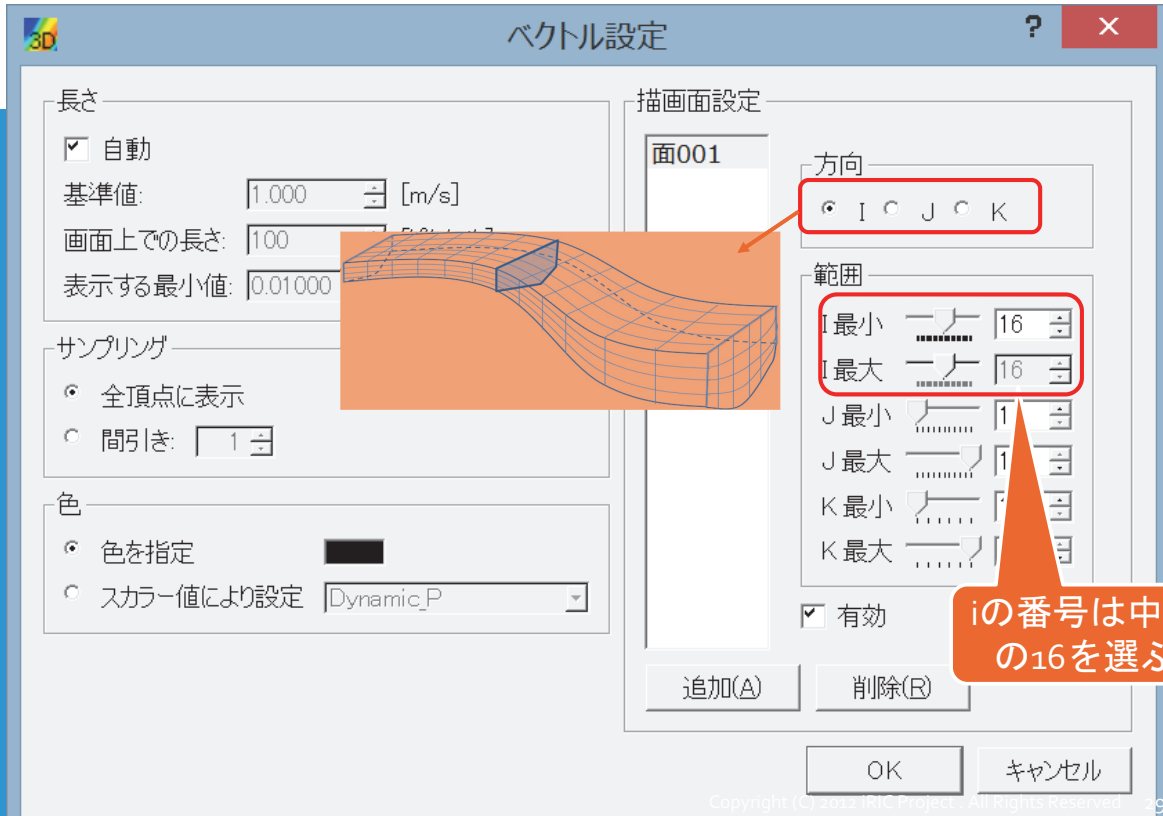
1

なぜでしょう？

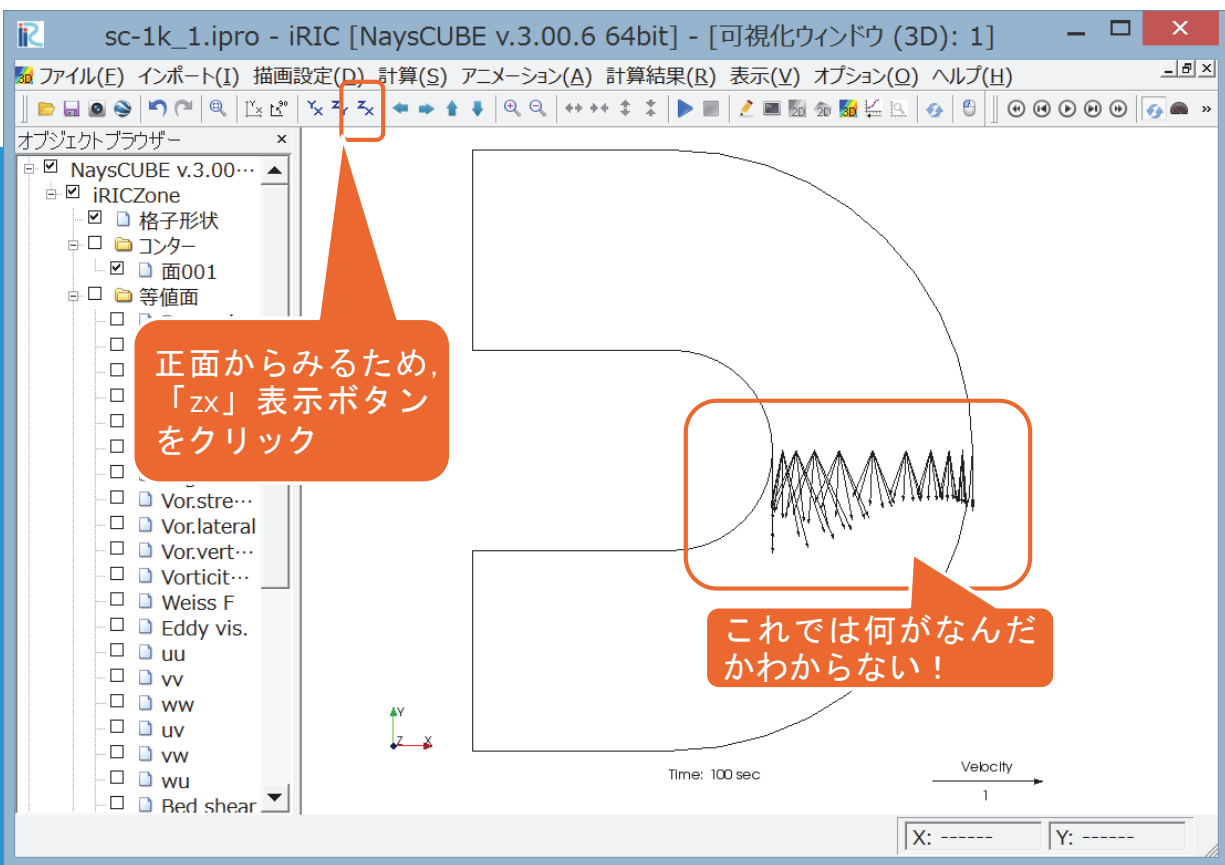
底面付近の流れは内岸側を、水面付近は外岸側を通過しています。

断面内の流速ベクトルを描いてみる.

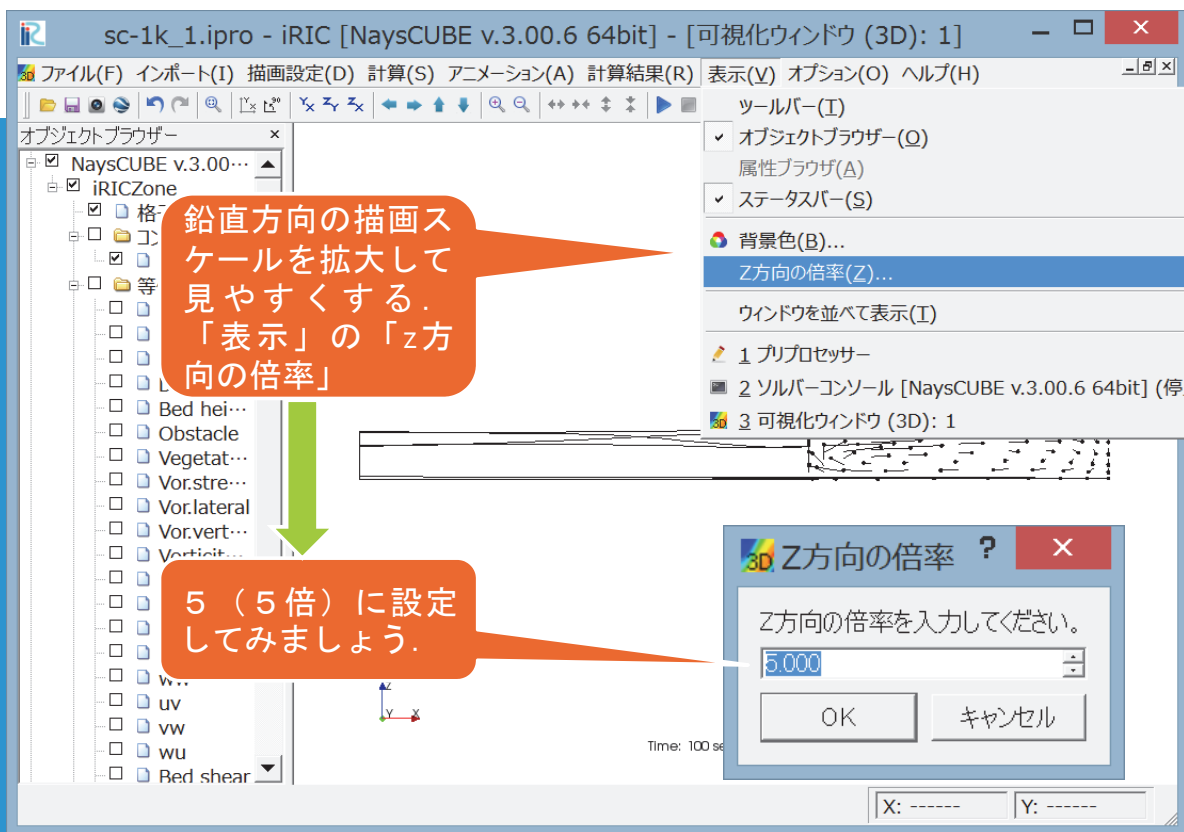
もっと直接二次流を見るため曲り部断面内ベクトルを描いてみましょう.



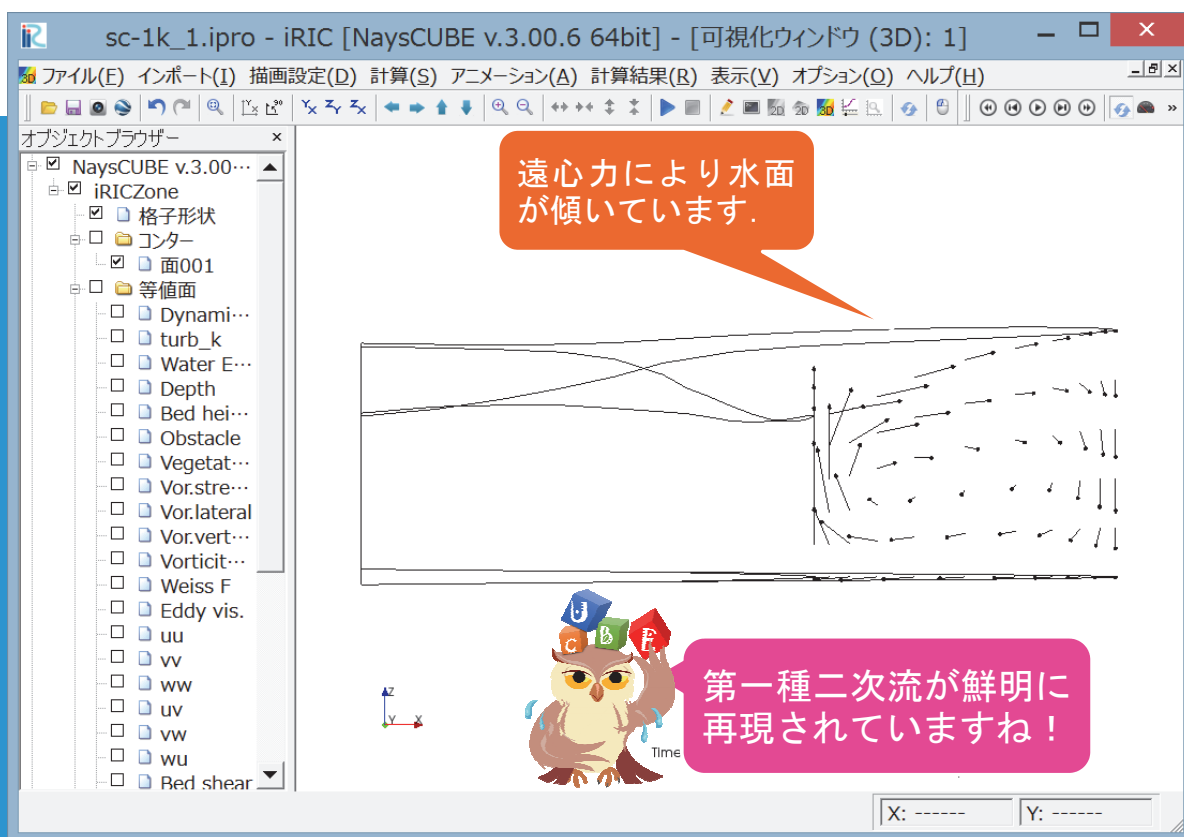
描画結果を確認する.



正面から見た図

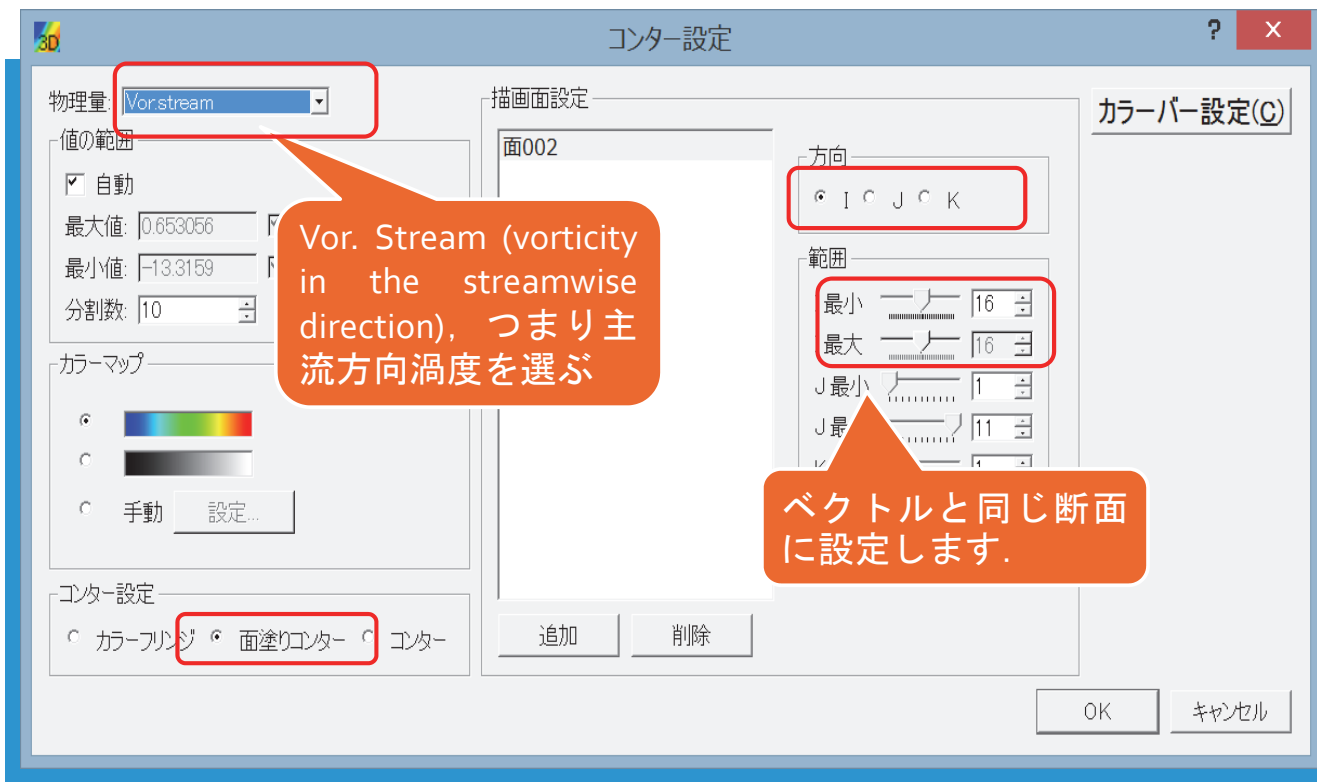


第一種二次流再現の確認

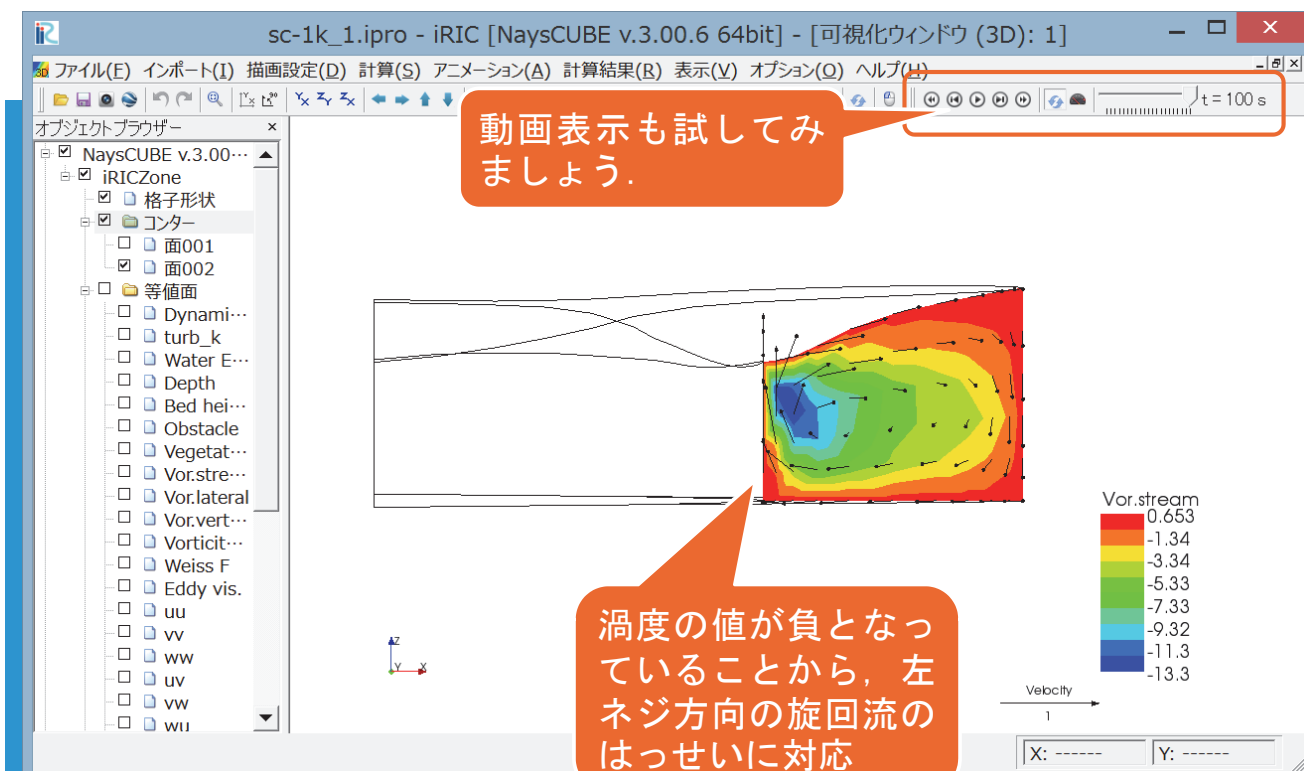


渦度分布のコンターを重ねてみる

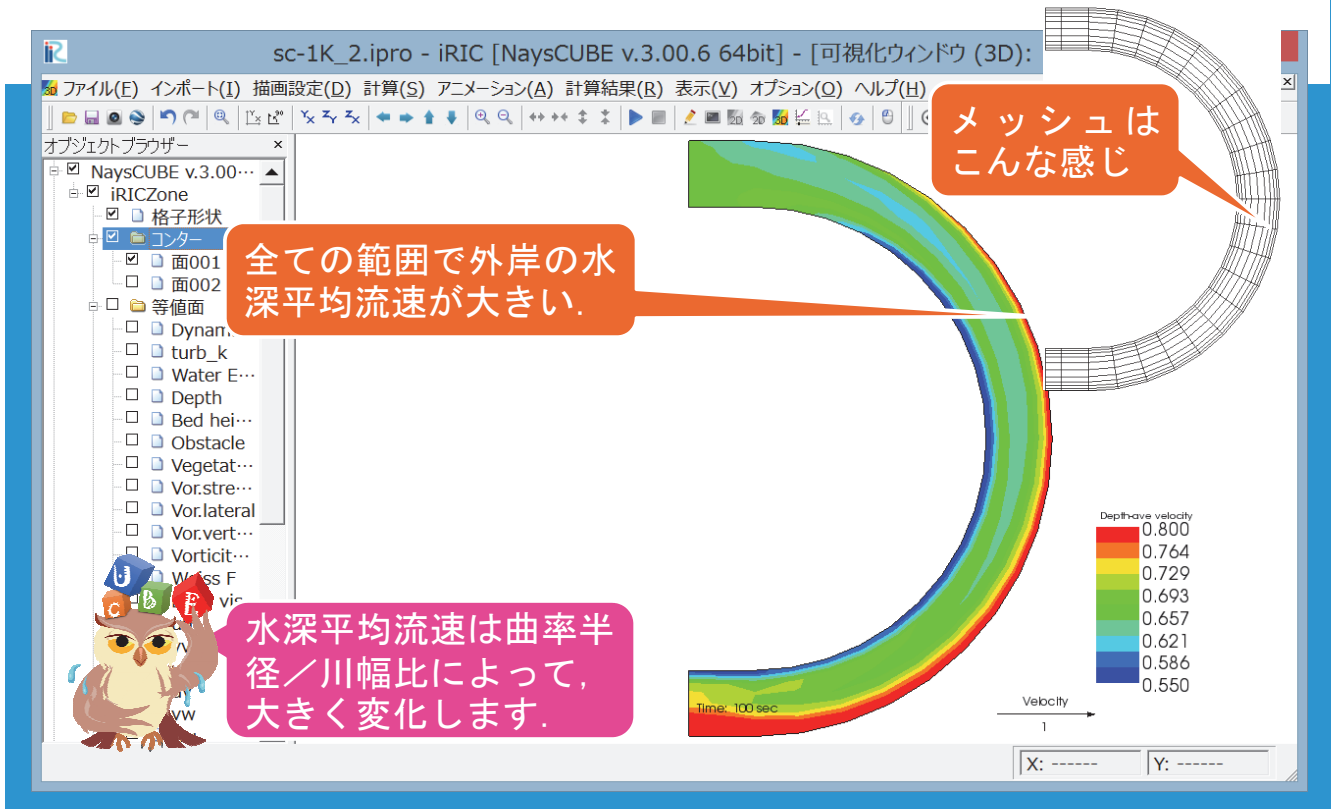
「渦度」は渦強度を符号付きで表したもの。
右ネジ方向が正，逆が負です。



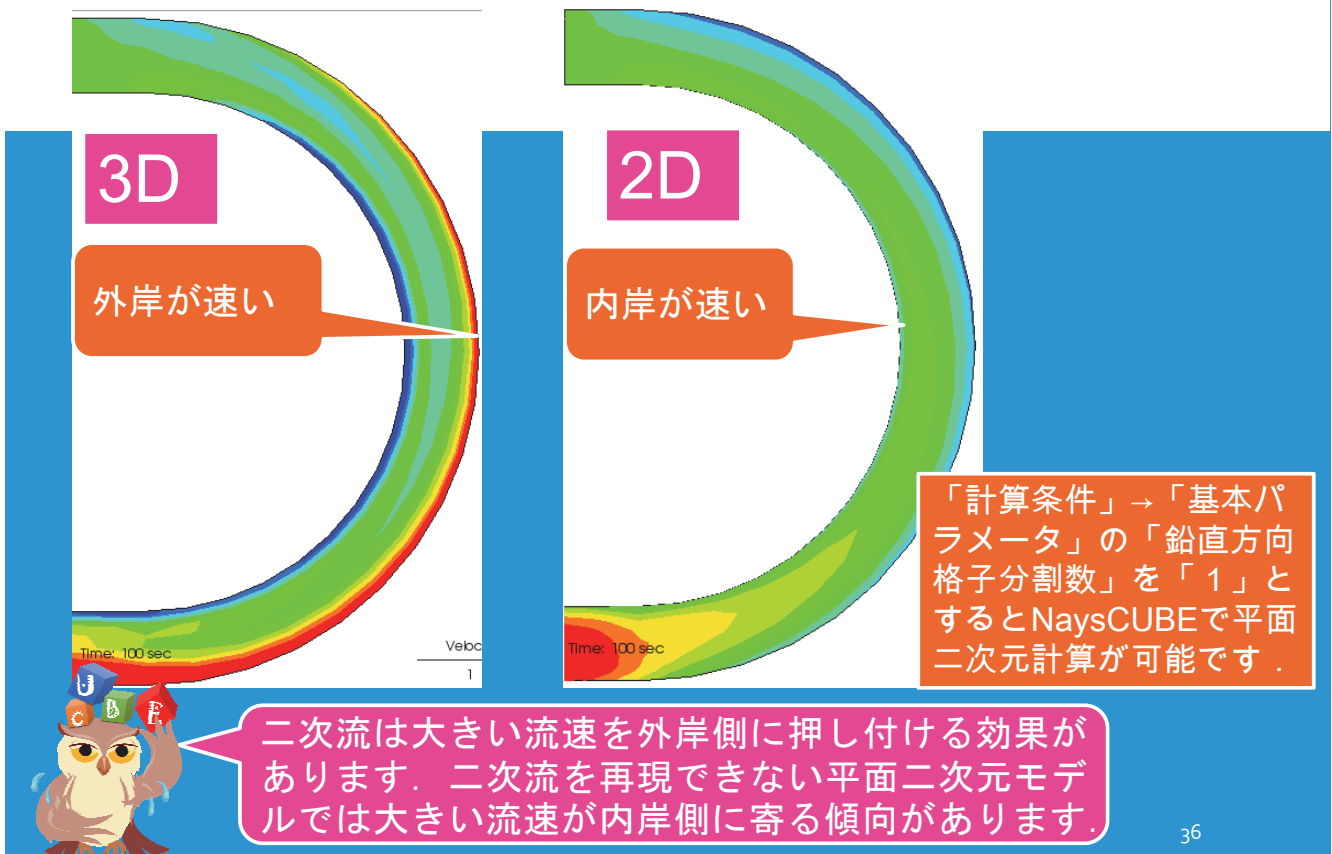
ベクトル+渦度 描画結果(T=100SEC)



曲率半径を4Mに変え，他の水理条件は同じにしたときの水深平均流速



3次元計算と平面2次元計算の比較



第1種二次流の事例はここまでです。

