

iRICを操作する上での注意点について

北海道開発局 建設部 河川計画課

平成24年12月13日

目次

- 計算する上での注意事項
 - CFL条件
 - 格子幅の比
- 感度分析
 - 格子幅の比
 - 格子サイズ
- 湾曲部での格子設定事例(後志利別川)
 - 修正前
 - 修正方法
 - 修正後
- データの見方の注意事項

計算するとき注意する事項

今回、説明するのは

- CFL条件
(**Courant Friedrichs Lewy**条件)
- 格子幅の比

CFL条件

- 数値計算において、必ず守られなければならない条件の1つ。
CFLとは、この条件を指摘した3人の名前の頭文字である。
- 1つの計算ステップでの移動量が格子間隔より小さいこと。

$$\Delta x > v \times \Delta t$$

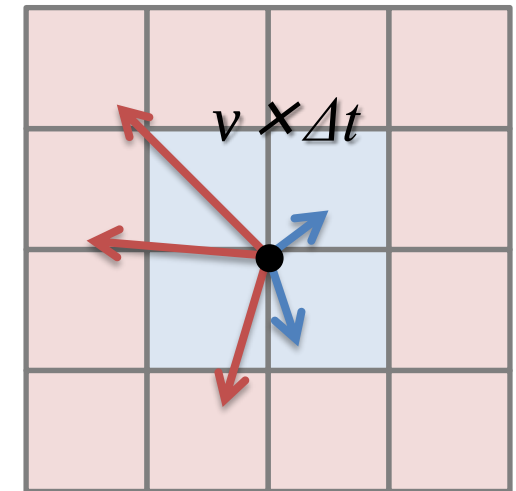
v : 速度(m/s)

Δx : 格子幅(m)

Δt : 計算時間間隔(s)

この条件を全ての格子、全ての時間で満足するように、計算時間間隔及び計算格子を設定する必要がある。

格子幅を小さくすると、計算時間間隔も小さくしなければならない。



← $\Delta x < v \times \Delta t$ NG

← $\Delta x > v \times \Delta t$ OK

CFL条件

$$\Delta x > v \times \Delta t$$
$$\Leftrightarrow \Delta x / \Delta t > v$$

- 河川の計算への応用

このときの速度 v とは、流速と波速の和である。

また、二次元であるため、 x, y 方向の成分に分ける。速度を x 方向の成分を u , y 方向の成分を v とする。波速は $\sqrt{gh}$ とする。

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} > |u| + \sqrt{gh}, \quad \frac{\Delta y}{\Delta t} > |v| + \sqrt{gh}$$
$$\Leftrightarrow \Delta t < \min \left\{ \frac{\Delta x}{|u| + \sqrt{gh}}, \frac{\Delta y}{|v| + \sqrt{gh}} \right\}$$

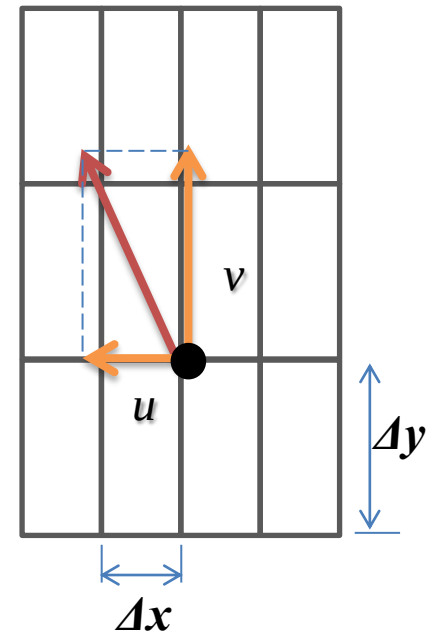
v, u : 速度(m/s)

$\Delta x, \Delta y$: 格子幅(m)

g : 重力加速度(m/s²)

h : 水深(m)

流速が大きい方向には格子幅を大きくとる必要がある。



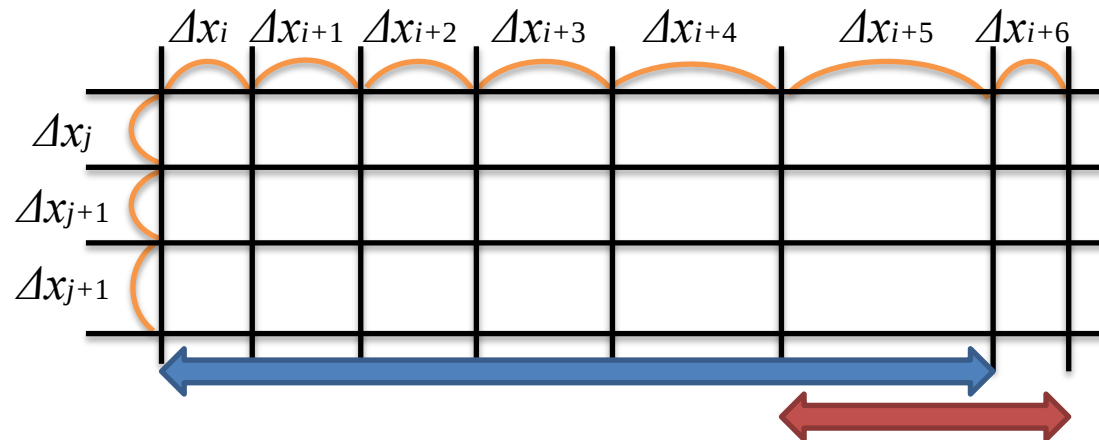
格子幅の比

- 隣り合う格子幅の比は、一定値を超えないこと。

一定値に関しては、現在研究が進められている。

研究報告では、格子幅の比の上限値は1.2～3と言われている。

北海道河道技術研究会の報告発表においても、格子幅の比が大きすぎたため、計算が破綻した例があった。

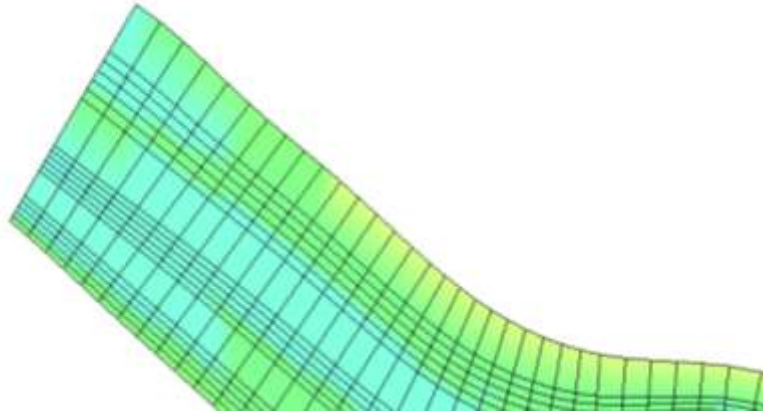


格子幅の比が条件を
満たしている

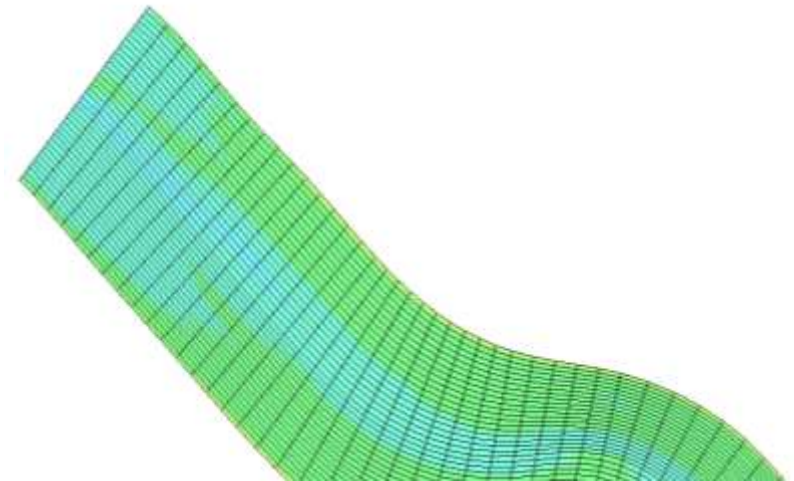
格子幅の比が条件
を満たしていない

感度分析①格子幅の比

設定

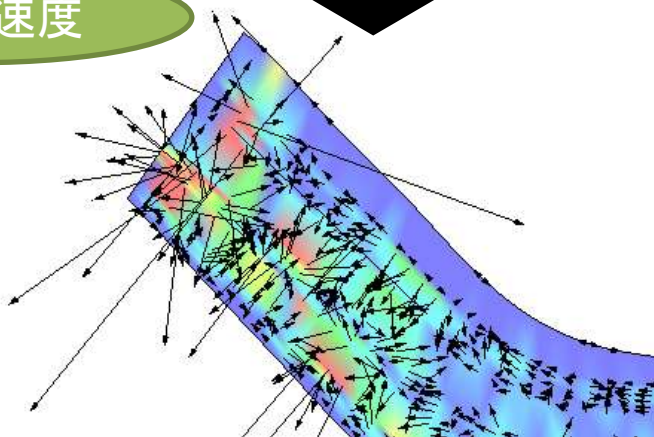


格子幅の比が1:5

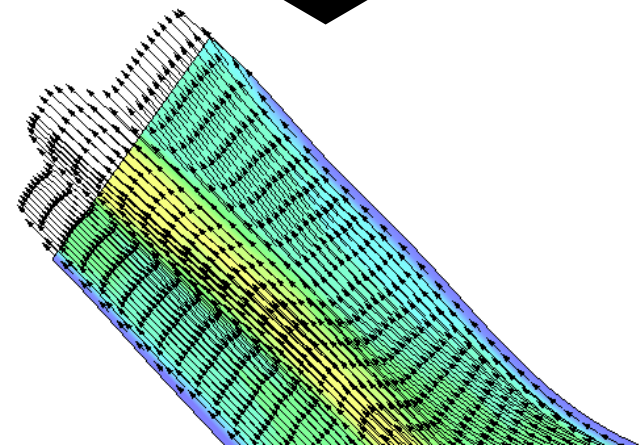


格子幅の比が1:1

結果(速度)



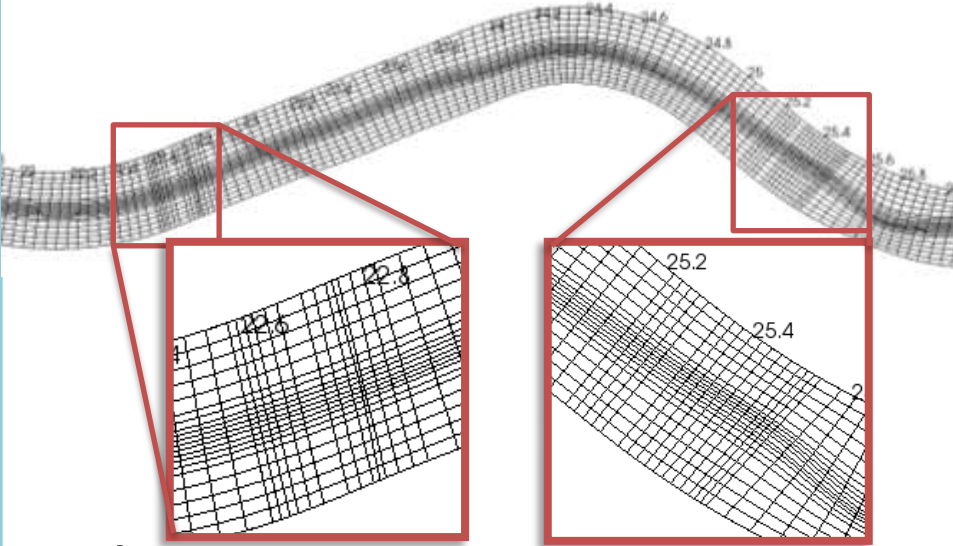
計算の破綻が起きている。



計算の破綻は起きていない。

感度分析①格子幅の比 一失敗事例①一

設定



設定

縦断方向に格子幅の比がとても大きく設定されている。(1:3程度)

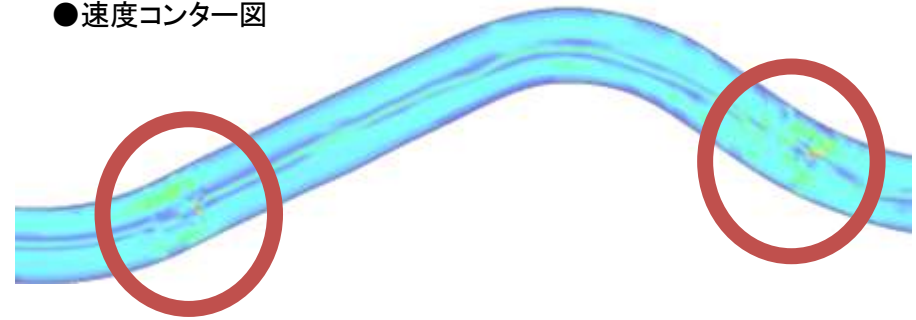
結果

計算が破綻している。

速度のコンター図やベクトル図、水位縦断図およびiRIC上の動画で異常が確認できる。

計算結果

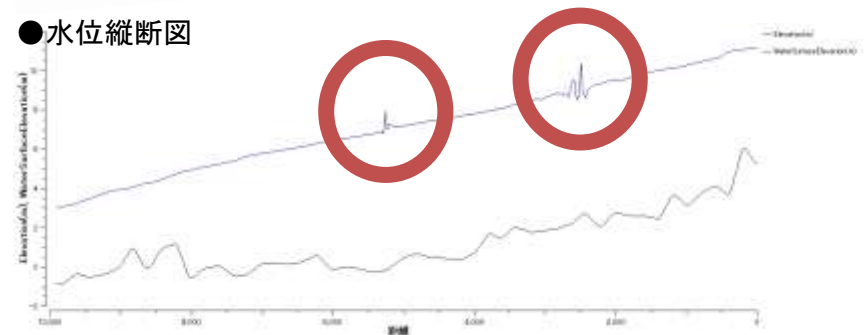
●速度コンター図



●速度ベクトル図

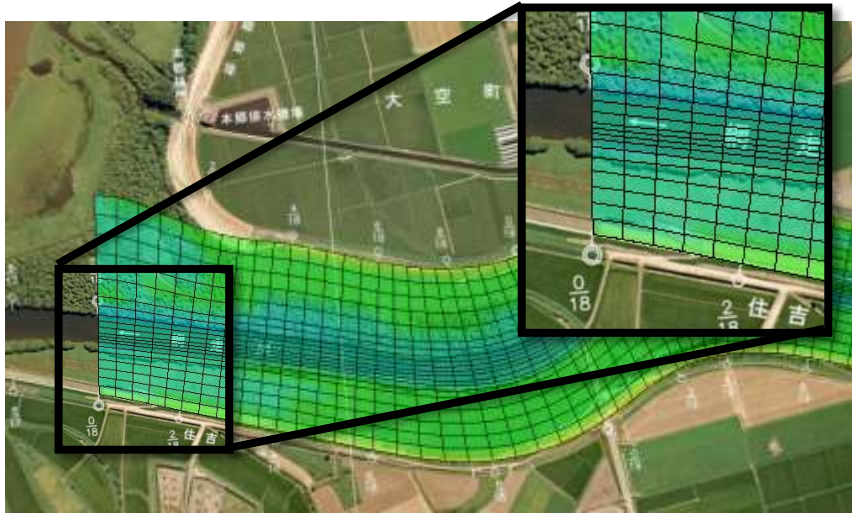


●水位縦断図



感度分析①格子幅の比 一失敗事例②一

設定



設定

低水路と高水敷の境において、隣接する格子幅の比が1:2.5程度に設定されている。

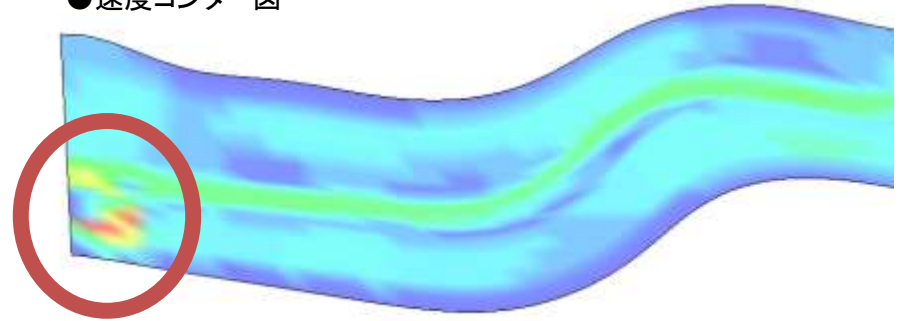
結果

計算が破綻している。

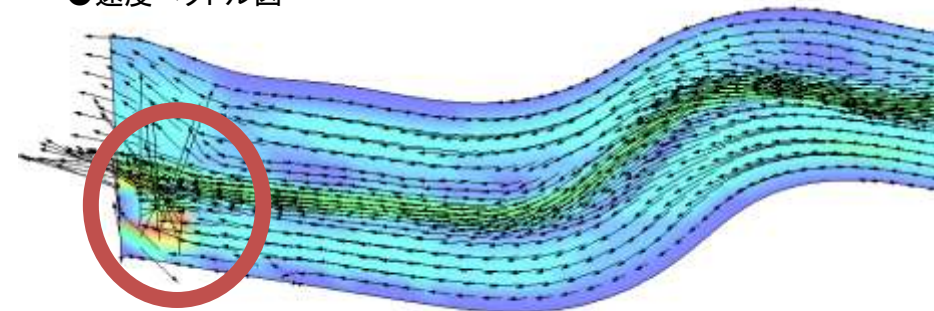
速度のコンター図やベクトル図、水位縦断面図およびiRIC上の動画で異常が確認できる。

計算結果

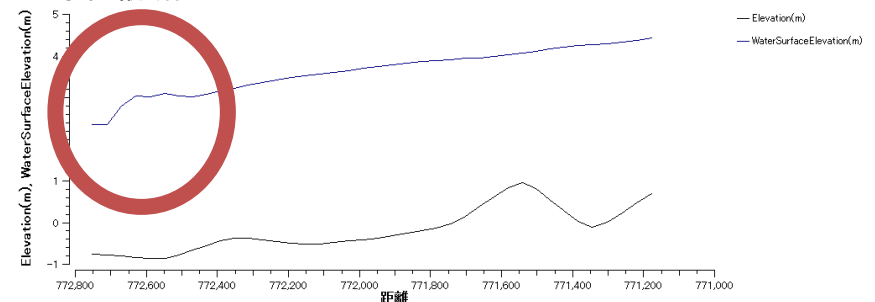
●速度コンター図



●速度ベクトル図



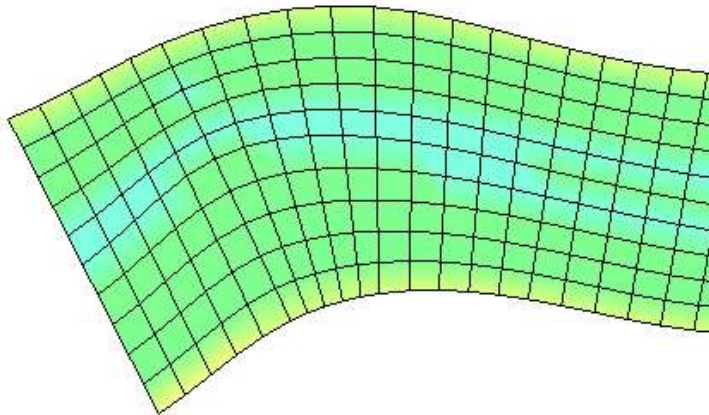
●水位縦断面図



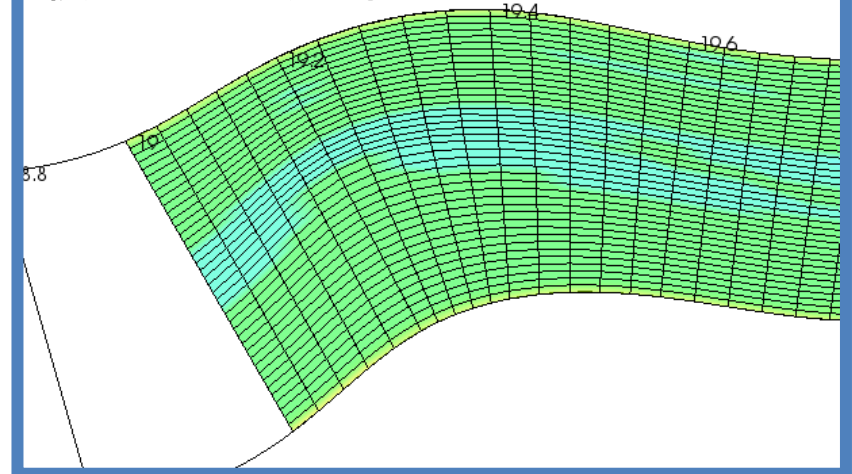
感度分析②格子サイズ

- 格子幅の違いによる計算結果の違いを比較するため、横断方向の分割数を変えて計算を行った。

横断方向10分割(MESH 10)



横断方向40分割(MESH 40)



感度分析②格子サイズ

横断方向10分割



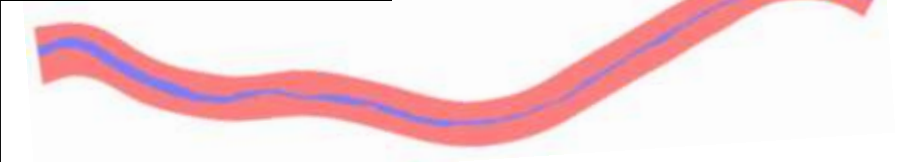
上流区間で、低水路に設定されているメッシュがない。

横断方向20分割



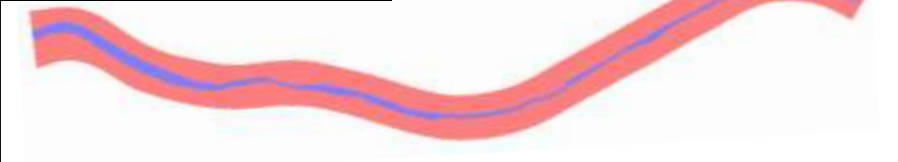
KP22.7付近で低水路に設定されているセルが縦断方向で途切れている。
上流区間では低水路が1セルしかない

横断方向40分割



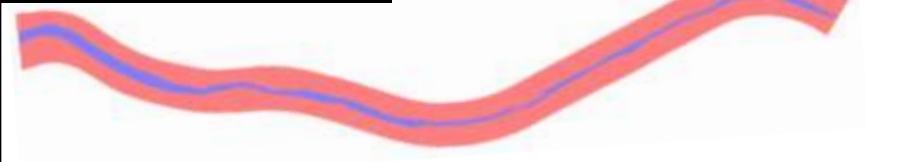
低水路は常に2セル以上確保できている

横断方向60分割



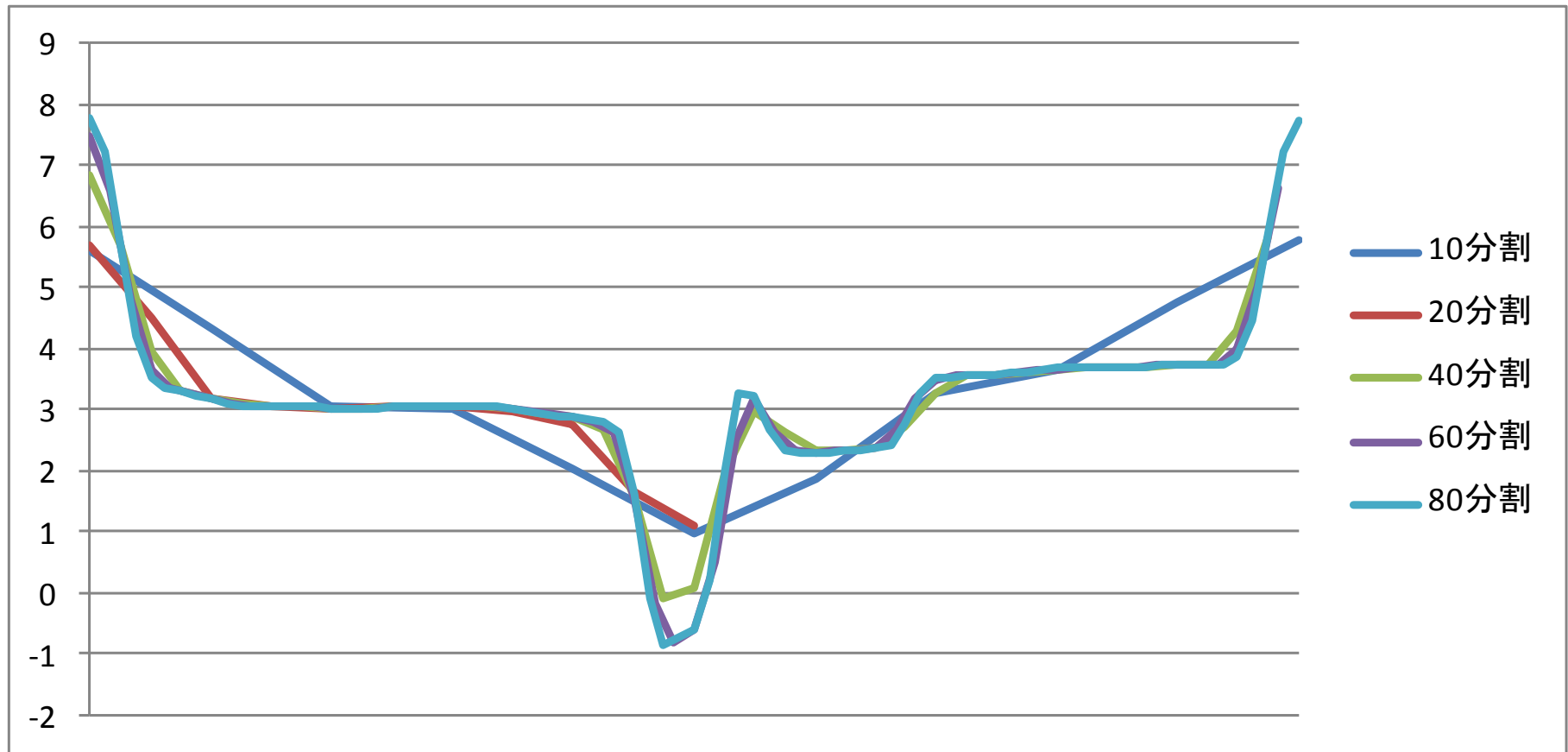
低水路は常に3セル以上確保できている

横断方向80分割



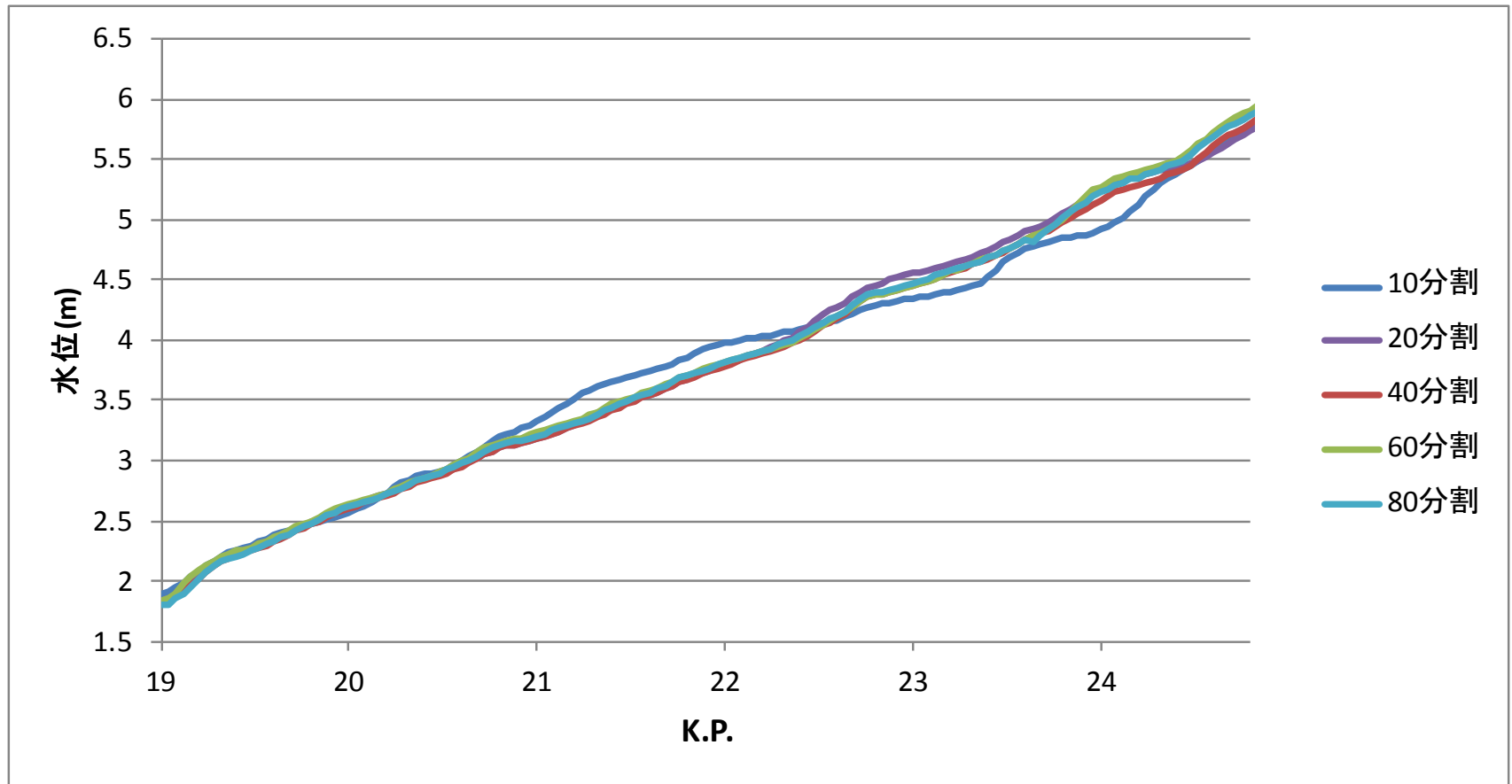
低水路は常に4セル以上確保できている

感度分析②格子サイズ



とある横断面において、各分割数における横断面形状を比較した。
10分割と20分割では、低水路が溝のような形状となっている。
40分割以上だと、低水路があるが、40分割は60分割や80分割に比べて河床が少し高くなっている。60分割と80分割はほぼ形状は一致している。

感度分析②格子サイズ



横断方向10分割の結果は他の結果との水位差が大きい。
横断方向20分割の結果は60分割と最大15cmも水位差がある。
横断方向40分割以上は、ほぼ同じ結果となったが、横断40分割は上流区
間でやや水位が低い

湾曲部での格子設定事例

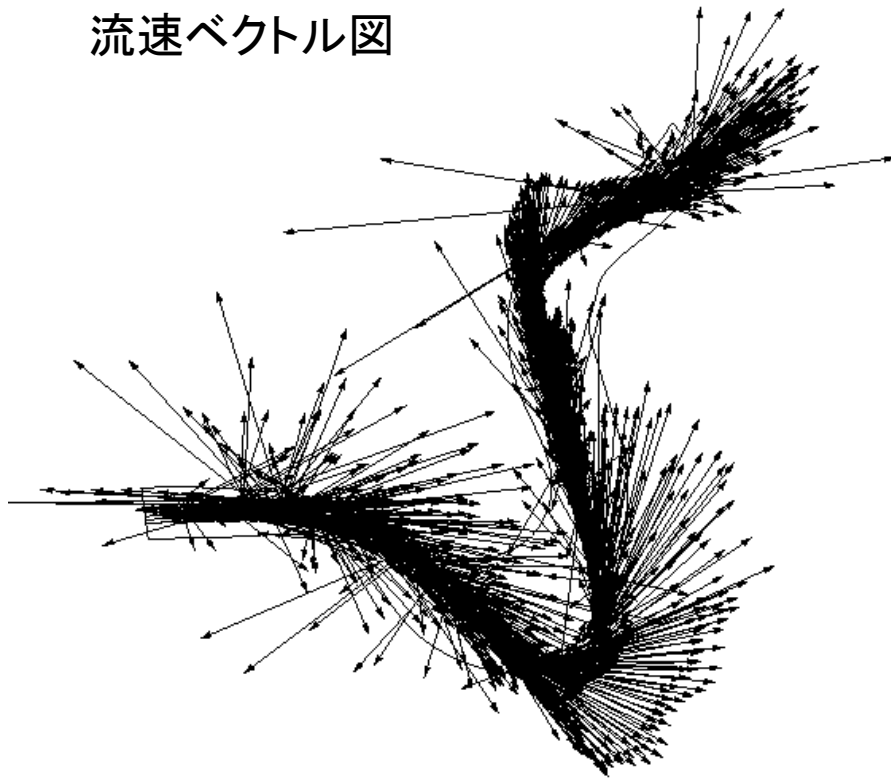
平成24年4月に発生した地すべり箇所において、iRICで計算を行った。

- 当該箇所は湾曲部であるため、初期設定では隣り合う格子間隔の比が大きくなっていた。
- 計算格子の設定方法について報告する。

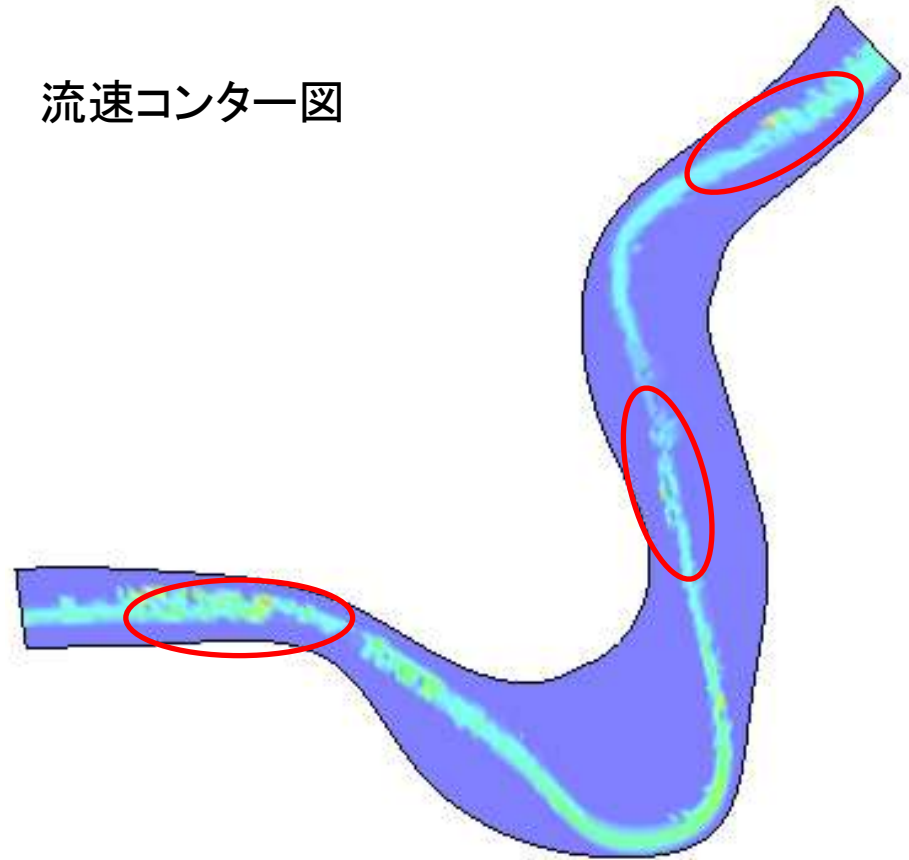
格子設定事例(修正前)

横断方向は、低水路と高水敷を分けたあと、それぞれ等分割で
縦断方向は、等分割で格子を設定した時の計算結果

流速ベクトル図



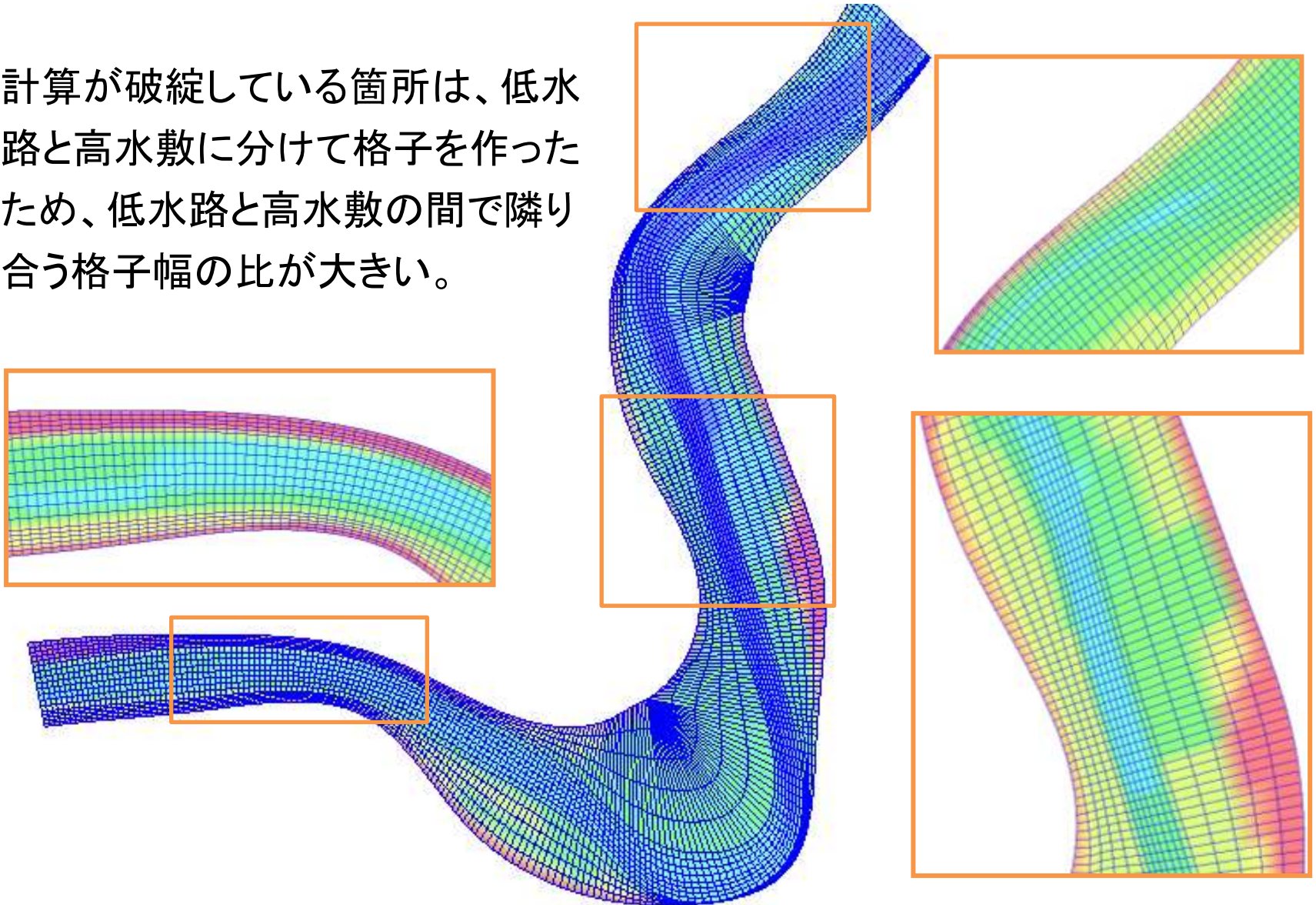
流速コンター図



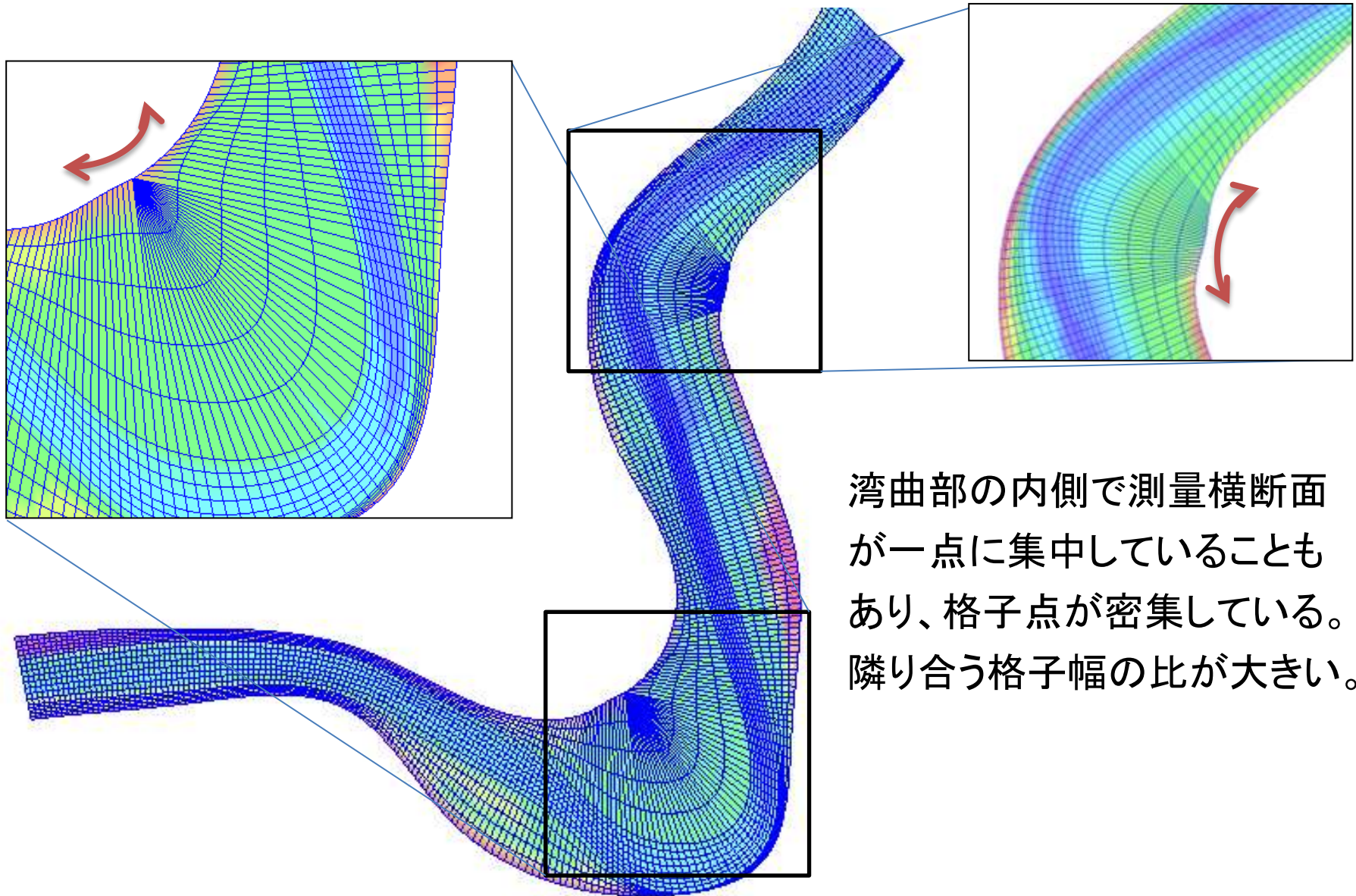
速度ベクトルを見ても、速度コンター図を見ても計算が破綻していることがわかる。

格子設定事例(修正前)

計算が破綻している箇所は、低水路と高水敷に分けて格子を作ったため、低水路と高水敷の間に隣り合う格子幅の比が大きい。

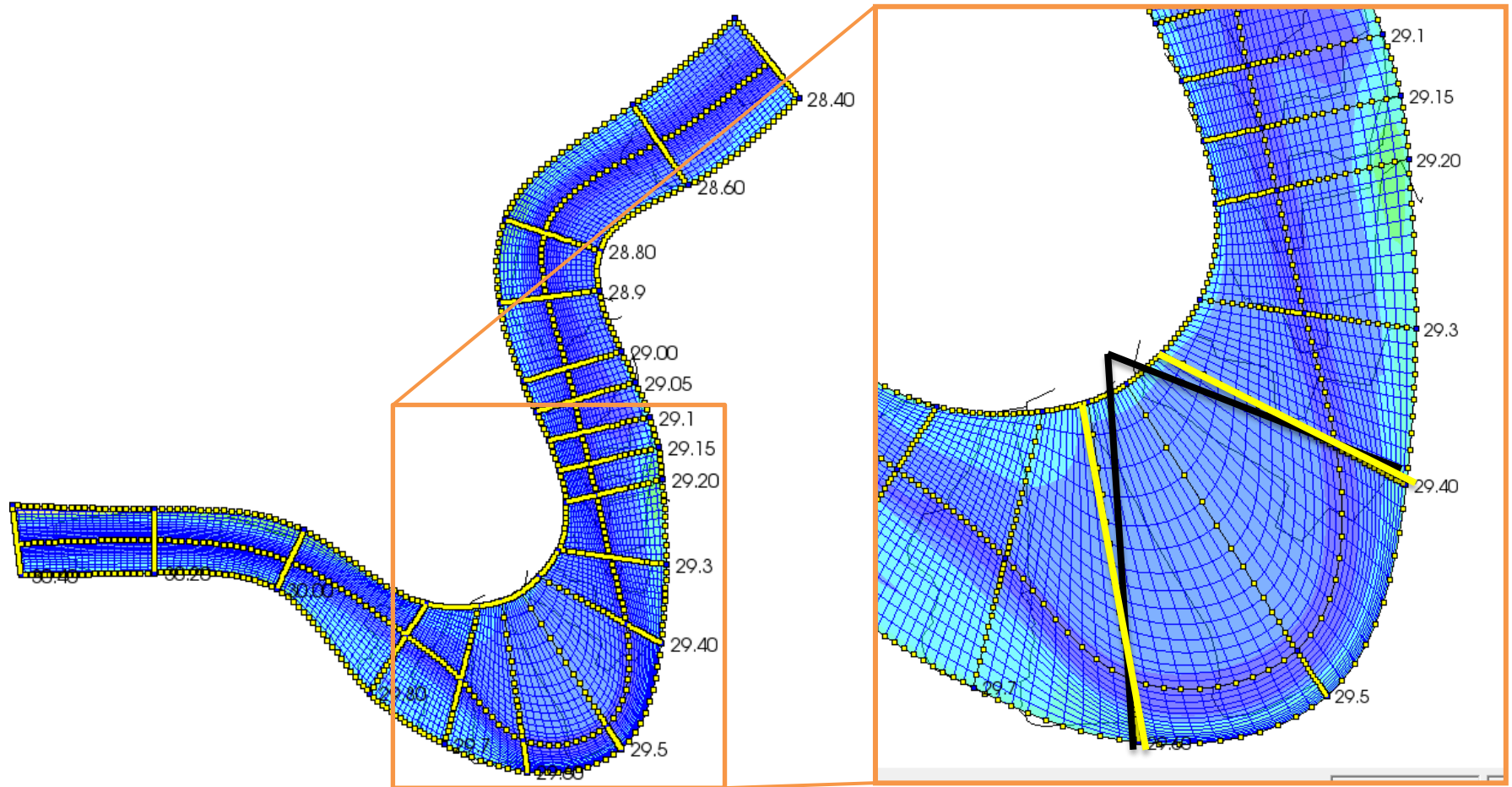


格子設定事例(修正前)



湾曲部の内側で測量横断面
が一点に集中していることも
あり、格子点が密集している。
隣り合う格子幅の比が大きい。

格子設定事例(修正・縦断方向)

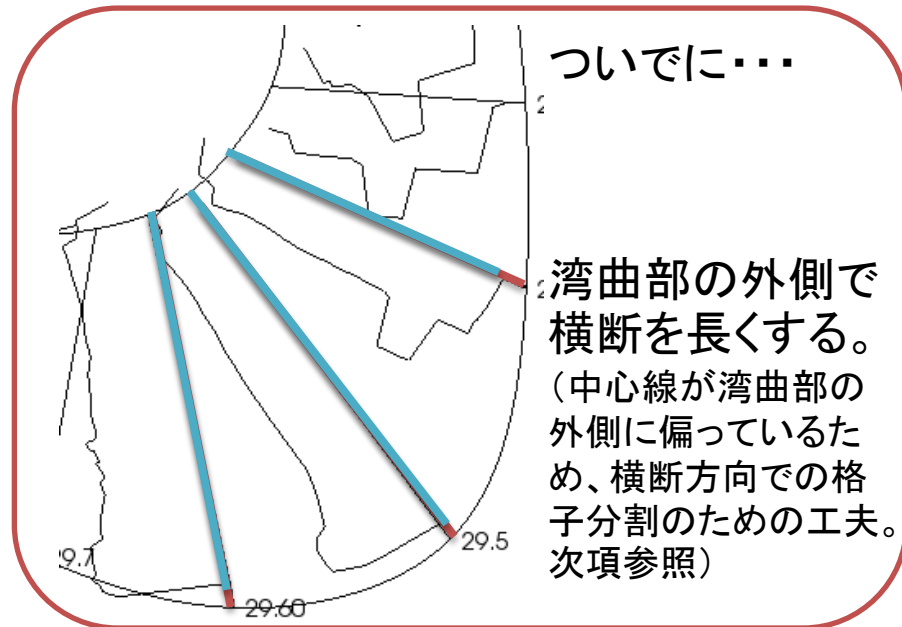
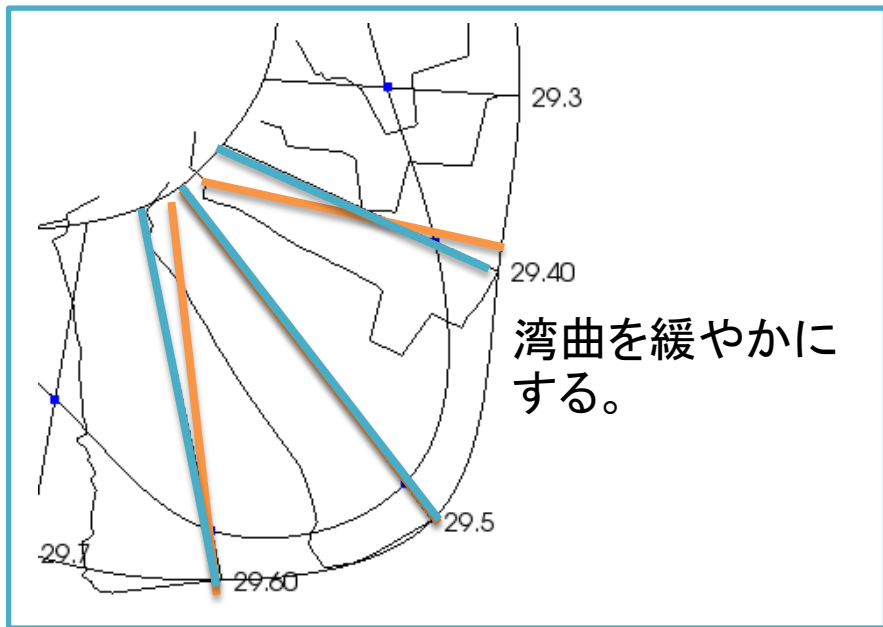
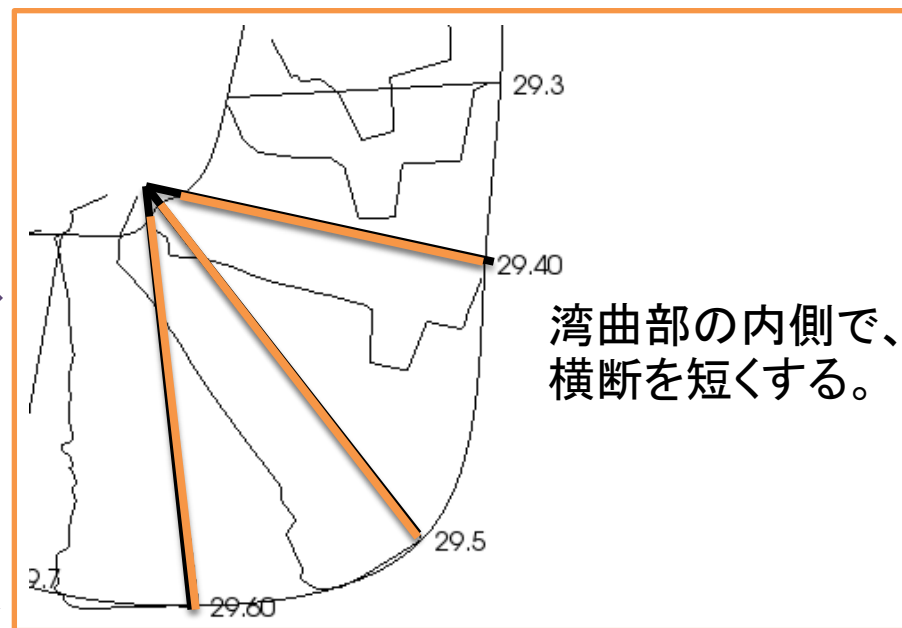
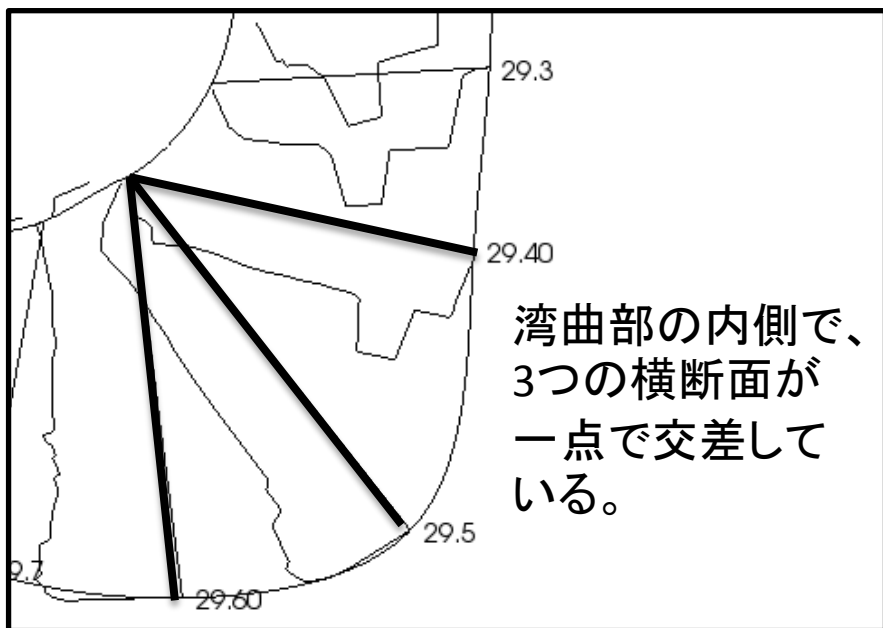


湾曲部は、横断面や垂直写真を見ながら修正した。黒から黄色

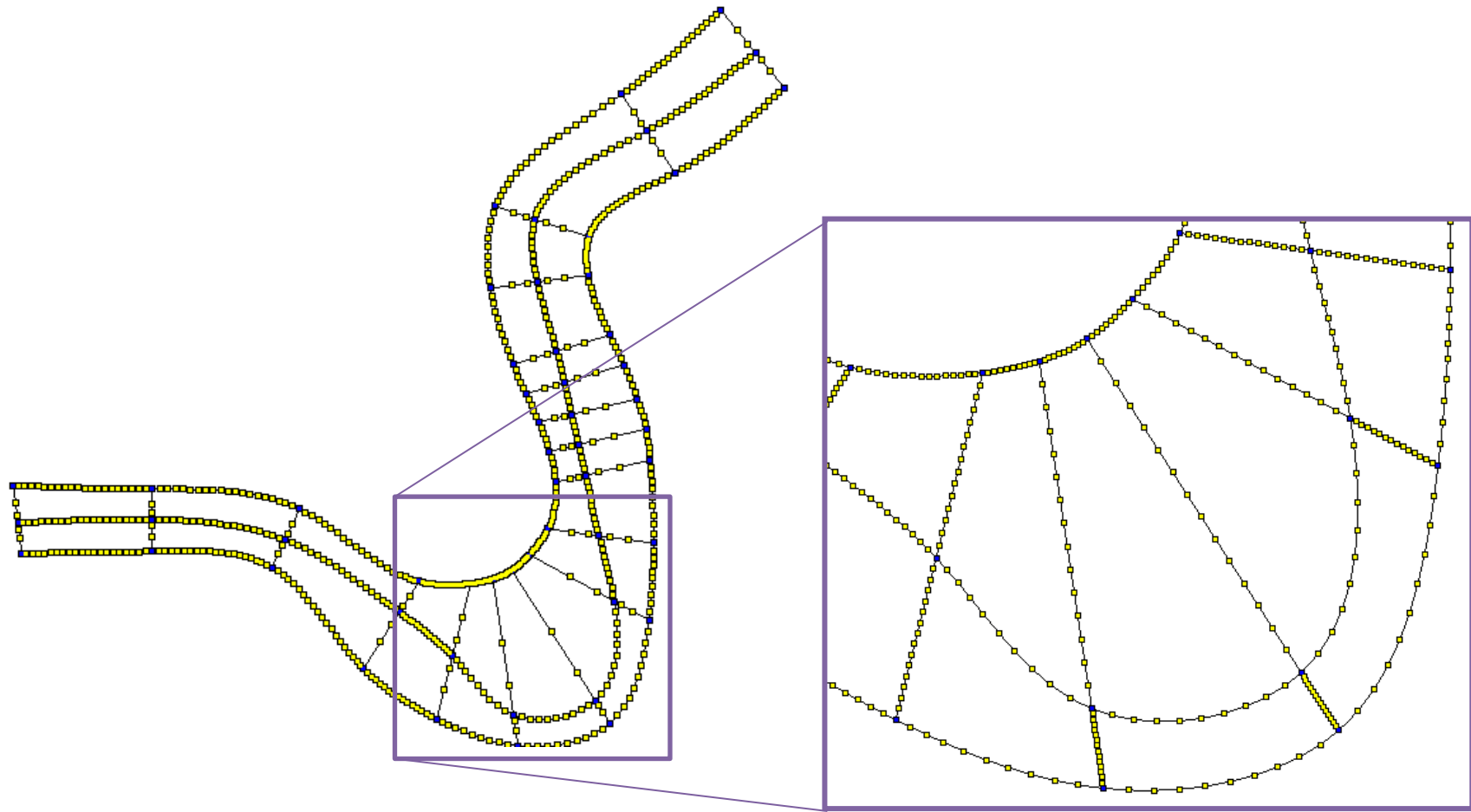
- 湾曲部の内側の横断を短くした。

- 横断面の向きを湾曲が緩やかになるように変更した。

格子設定事例(修正・横断面修正)



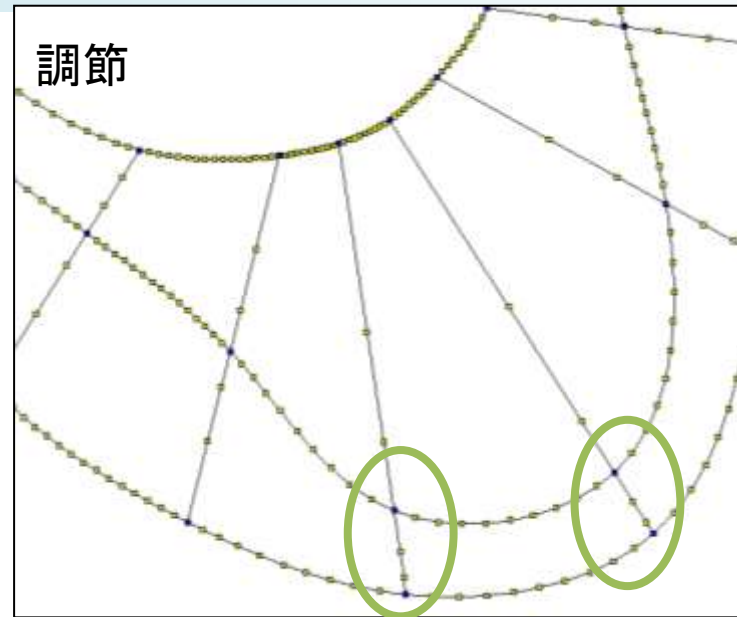
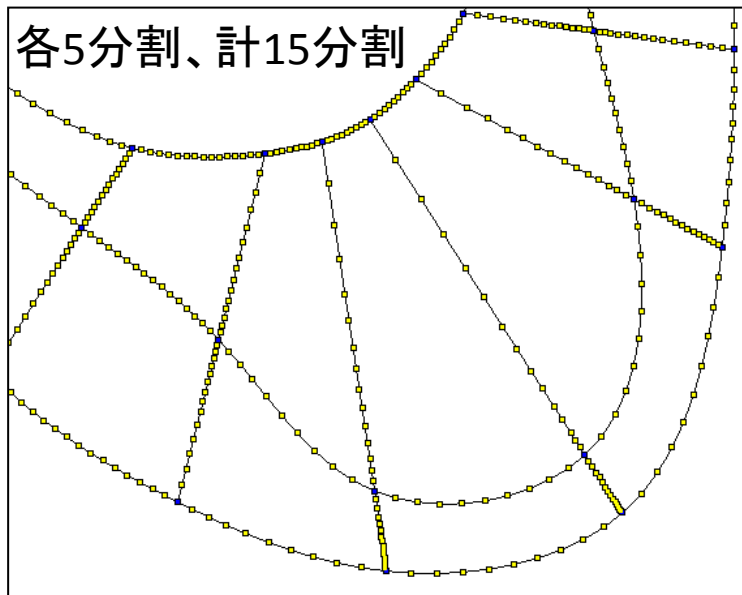
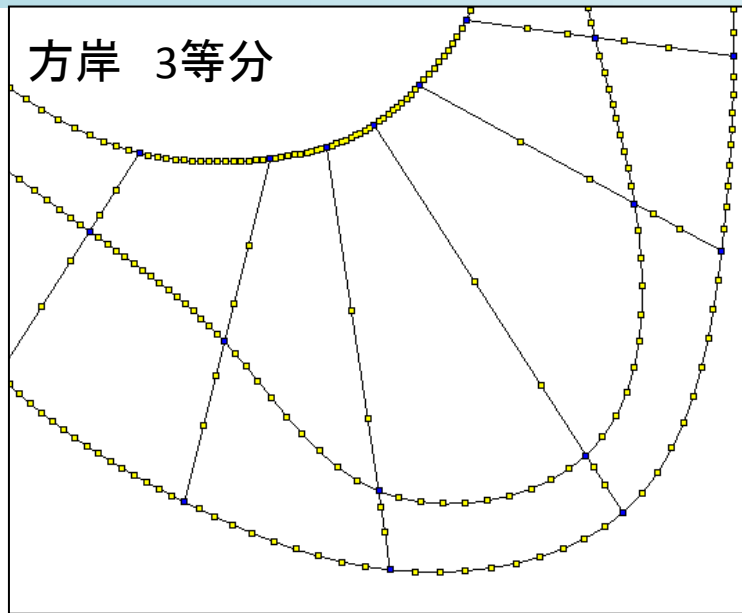
格子設定事例(修正・横断方向)



低水路に合わせて、中心線を配置した。

そのまま、等分割や等比分割を行うと、中心線が左右に偏っている箇所では、中心線をはさんで隣り合う格子幅の比が大きくなる。

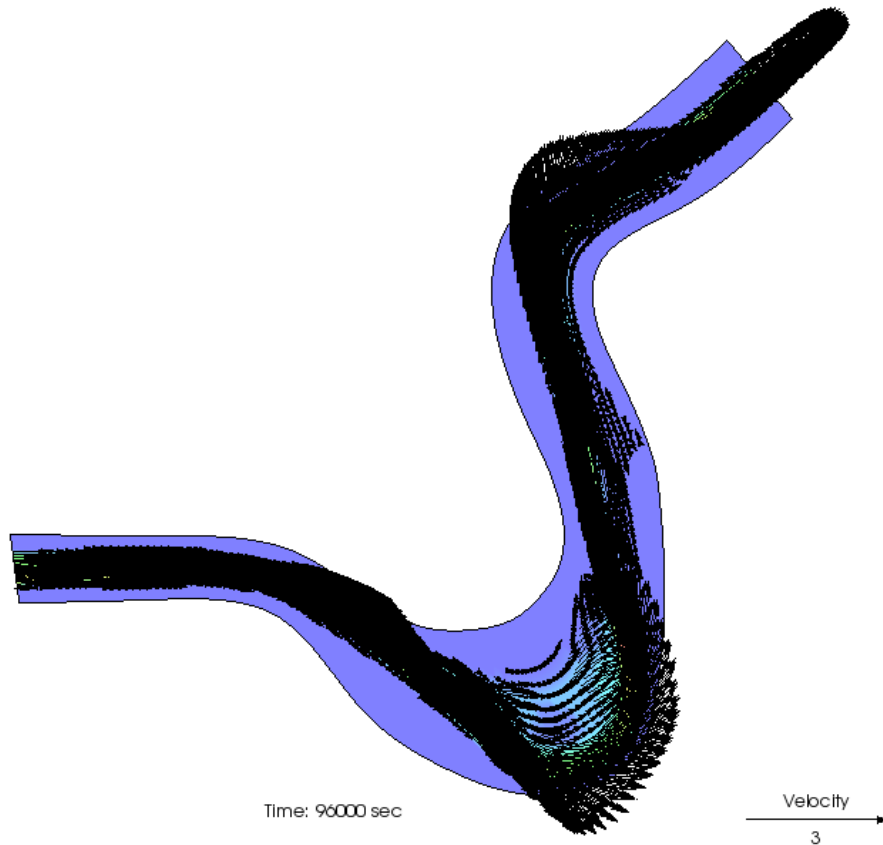
格子設定事例(修正・横断方向)



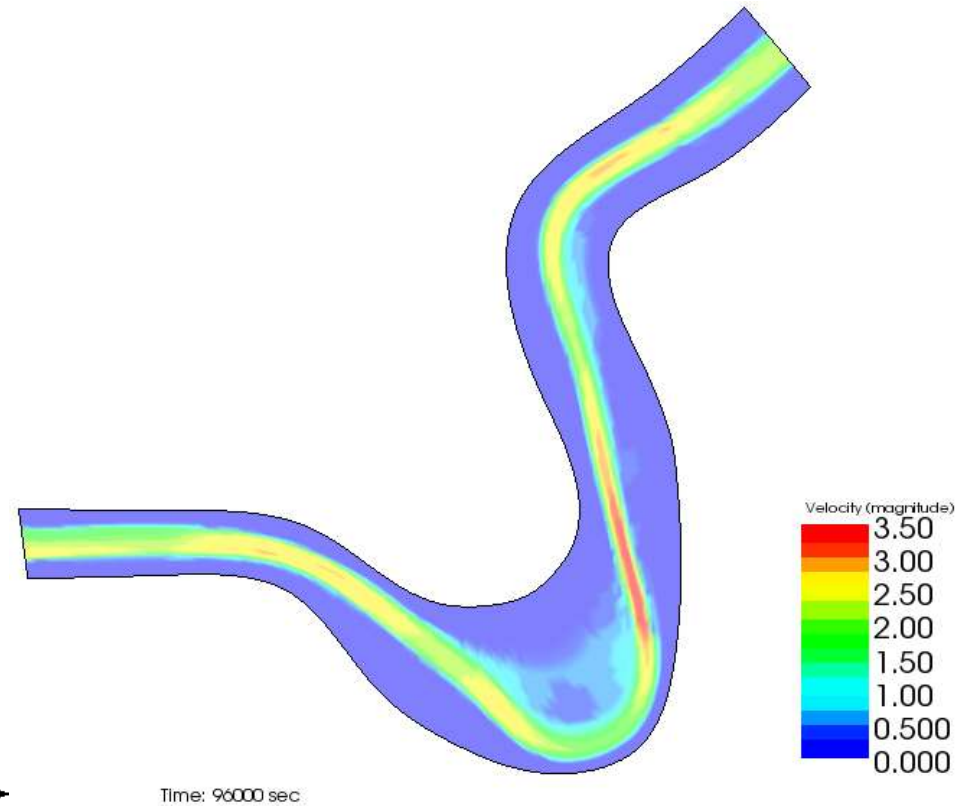
低水路が左右岸に寄る
断面では、中心線の左右
で格子幅の比が大きくな
らないように、注意しなが
ら格子を作った。

格子設定事例(修正後)

・流速ベクトル

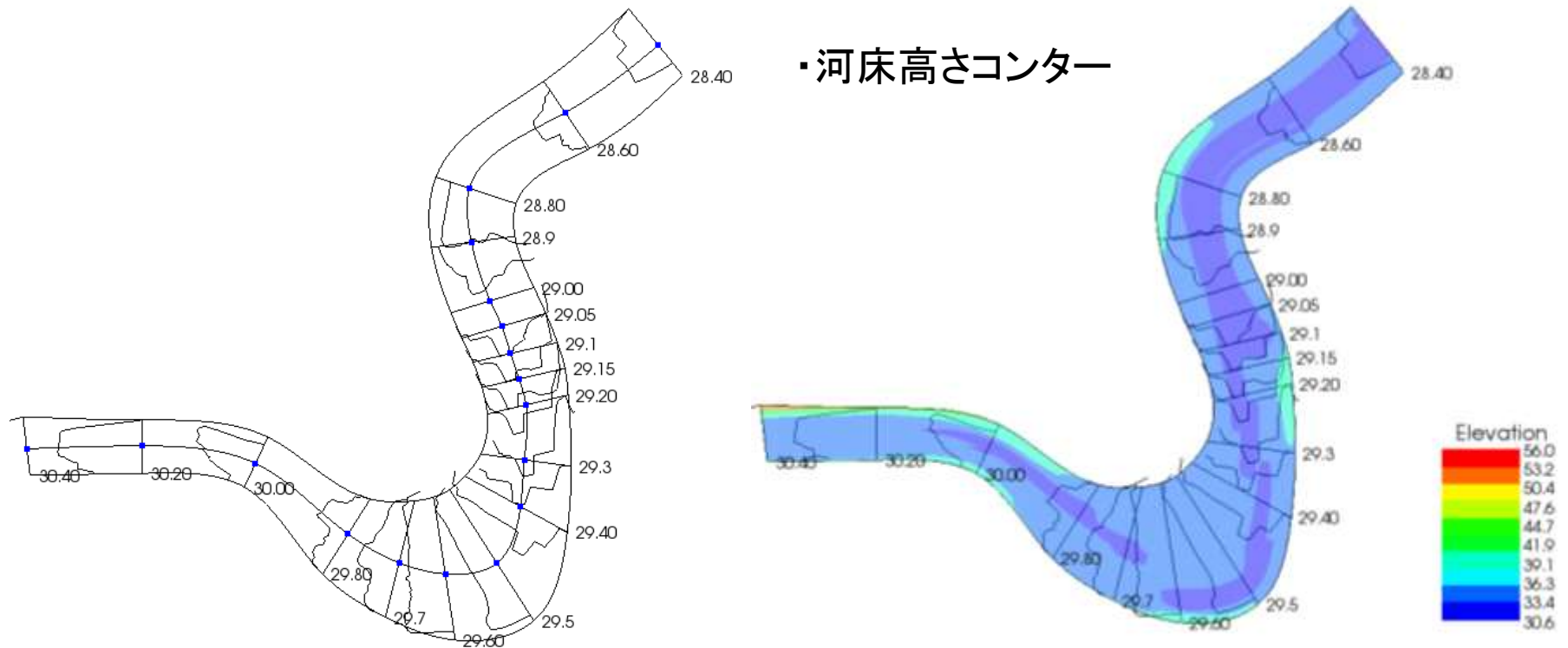


・流速コンター図



格子設定を修正することで、計算の破綻が無くなった。

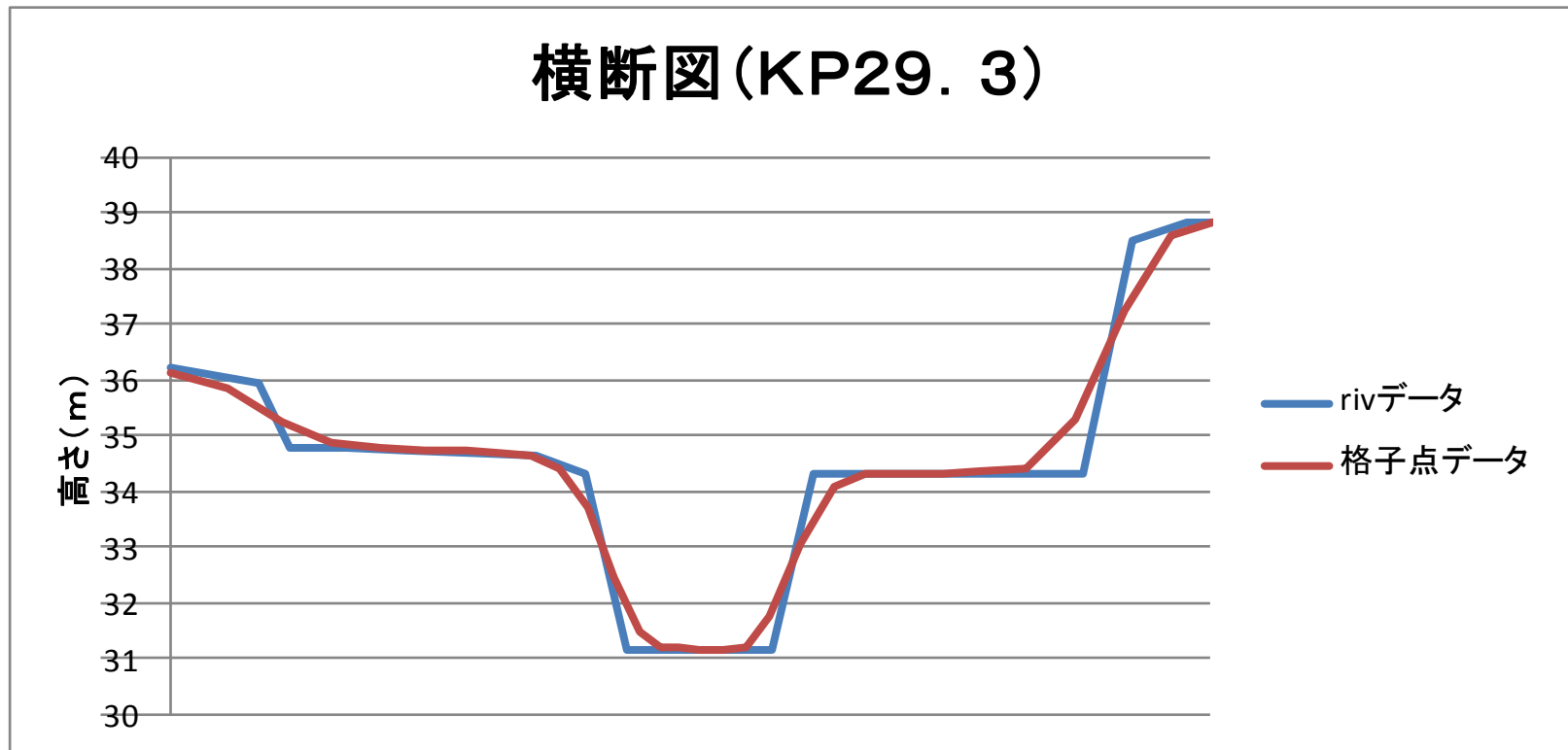
格子設定事例(格子修正)



中心線を中央に配置し、横断を40等分割で格子を作ってみた。

低水路が、左右に移動する際、各測量断面間の補間が上手くいかず、低水路が途切れてしまう。

データの見方の注意事項



もとの横断測量データ(青)に対し、格子点のデータとして、**アウトプットされた格子点データ(赤)**はなだらかになっている。

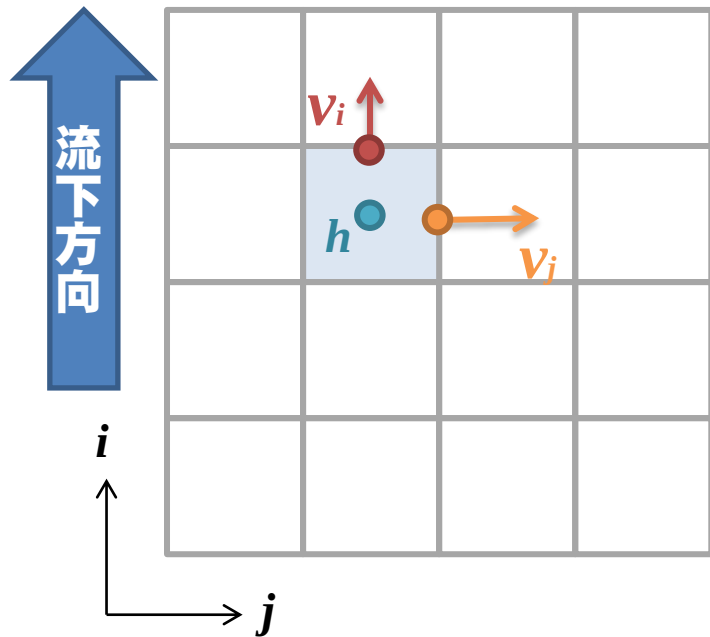
理由は・・・

横断測量データ ➡ セルデータ(計算中) ➡ **格子点データ**

と変化していく途中で、値が平均化された事による。

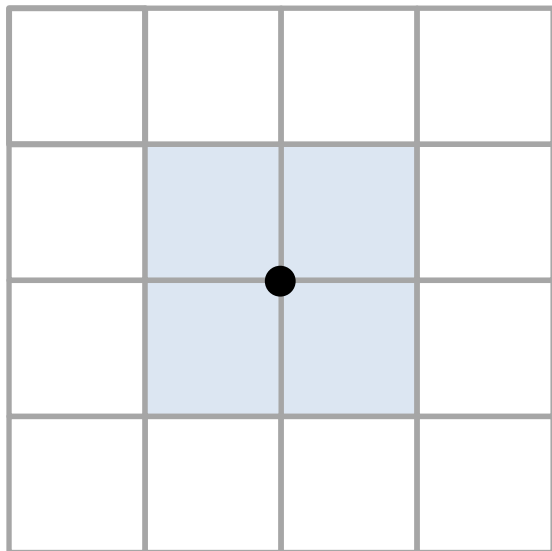
※局所的に深い場所などは、iRICでは見えにくいことは留意するべきである。

データの見方の注意事項



計算中

- セルにおいて計算がされているため、値はセルごとにある。
(速度(i, j 方向)及び高さについてはそれぞれ計算点が異なる。)



アウトプット

- 計算結果は格子点(グリッド)でアウトプットされる。
- 計算はセルごとにされるため、格子点に接する4メッシュの平均値が格子点の値となる。