

微細放電加工の極間における 加工液流れと加工屑挙動の解析

Analysis of working fluid flow
and debris behavior in micro-EDM gap area

東京農工大学 ○町田 昌史 夏 恒
Tokyo University of Agriculture and Technology
Masashi MACHIDA , Wataru NATSU

2013/12/06 Fri.
COMSOL CONFERENCE TOKYO 2013 @秋葉原UDX

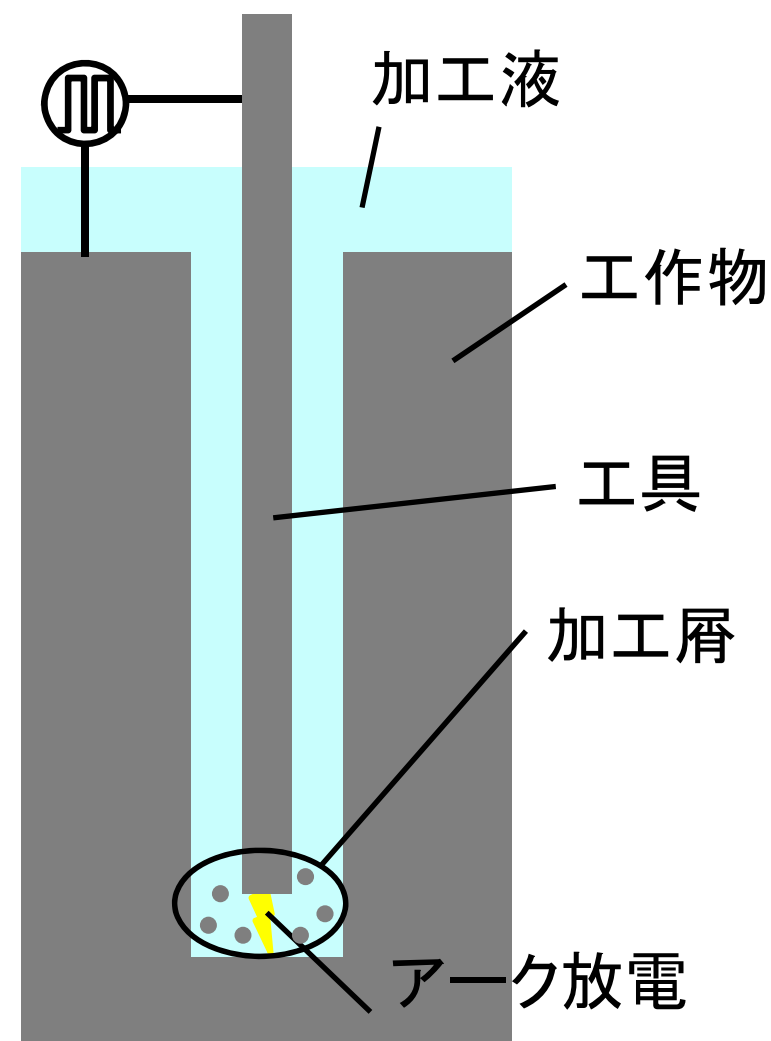
微細放電加工とは

絶縁性の加工液中において、微小な距離を隔てた工具電極-工作物間に、電圧を印加しアーク放電を発生させることで、工作物を溶融・蒸発させ除去する熱的加工。

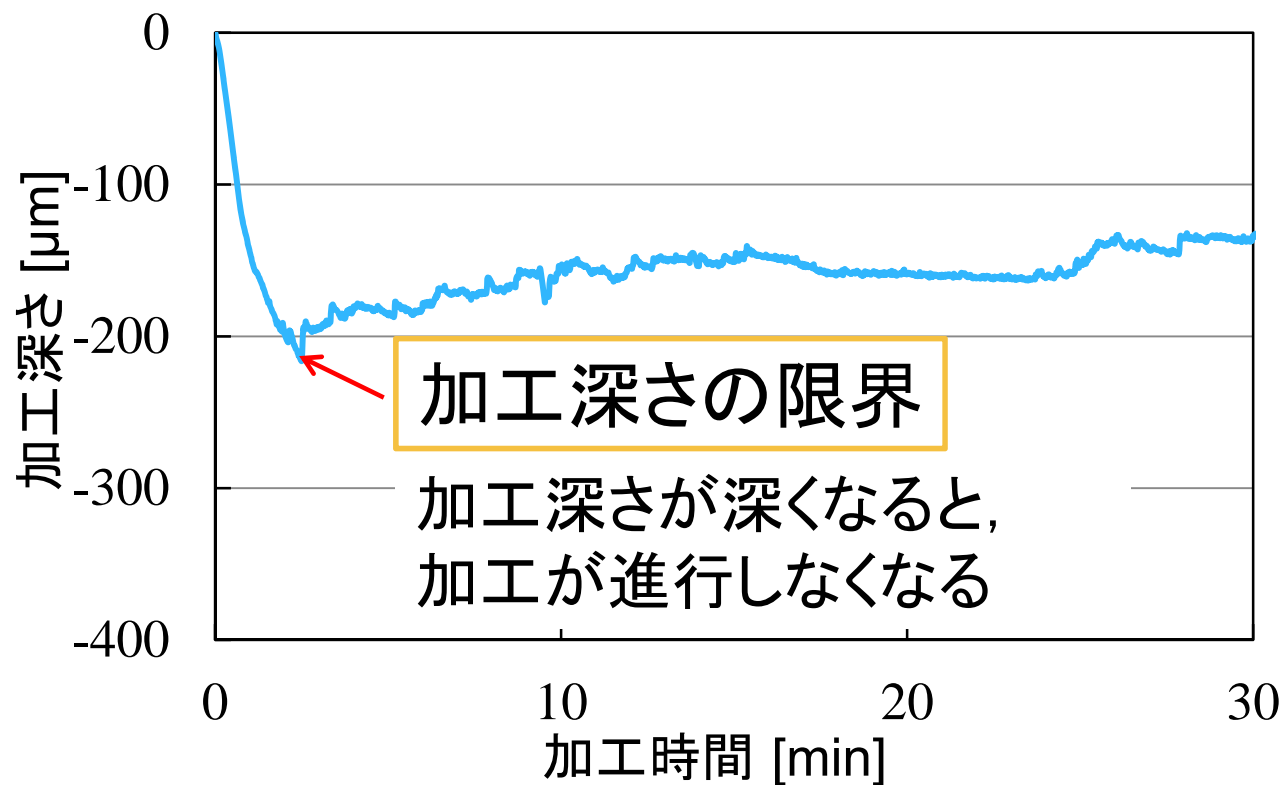
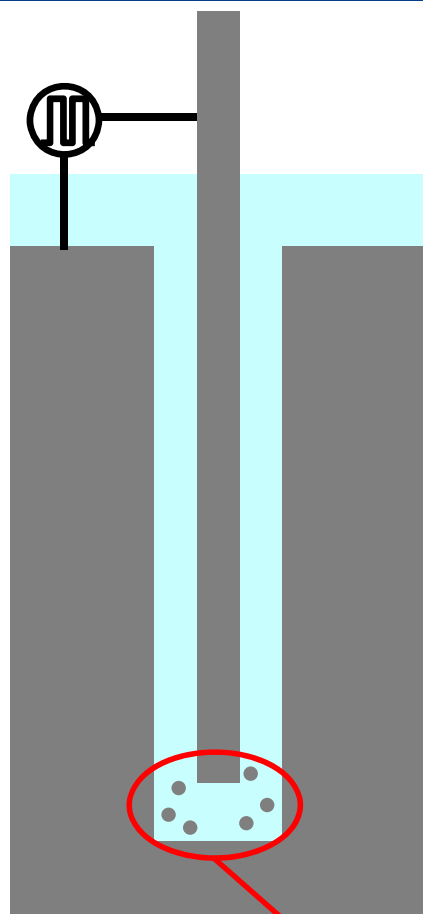


高硬度材料が加工可能

加工精度が高い



微細放電加工における問題点



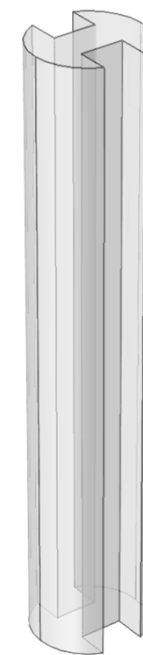
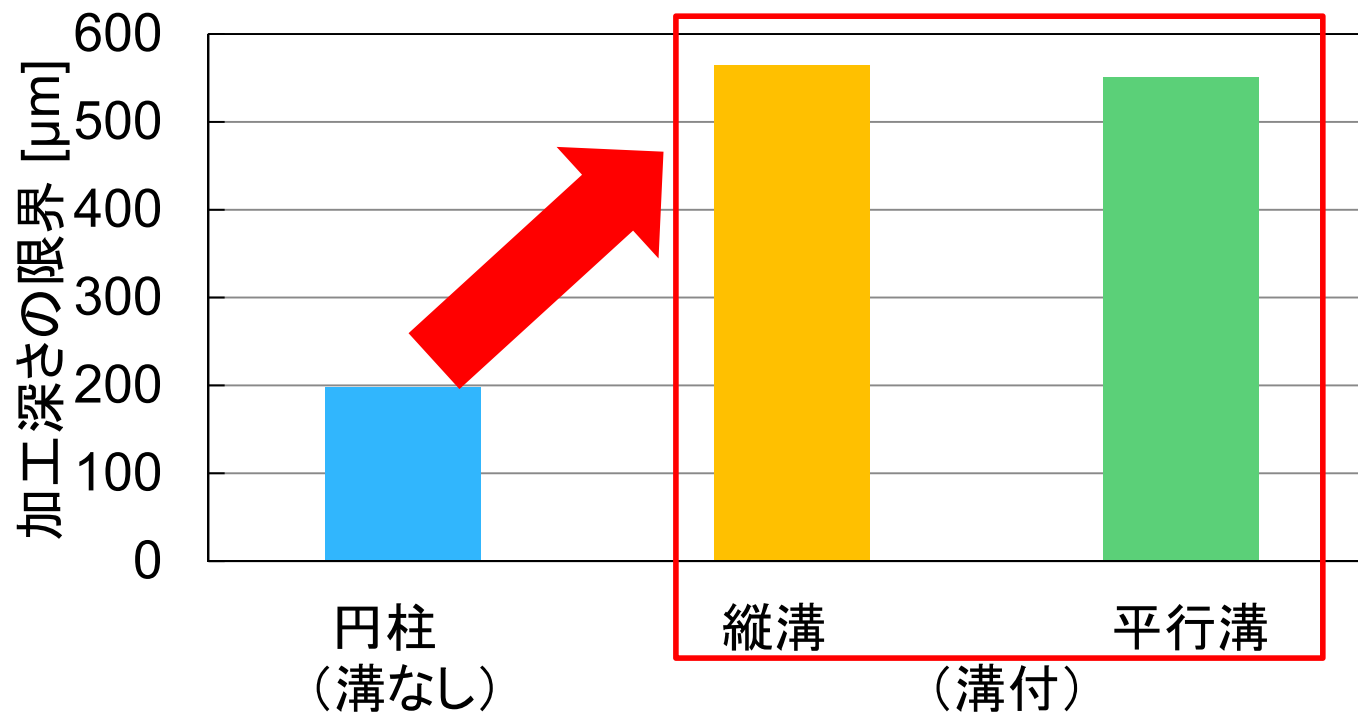
原因: 加工屑の滞留による短絡や異常放電の発生

加工屑排出のための手法

加工屑の排出を狙う



工具電極に溝を付ける



溝付工具

加工深さの限界が向上

宮本卓武, 市川智彦, 夏恒: 微細放電加工による穴加工の深さ限界に及ぼす電極形状の影響, 2013年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, (2013), pp.519-520.

研究背景

工具電極に溝を付ける⇒加工深さの限界が向上

- ・加工液の流れ
- ・加工液の流れが加工屑の挙動に与える影響

加工屑排出法を検討するためにはこれらの現象を把握することが有効

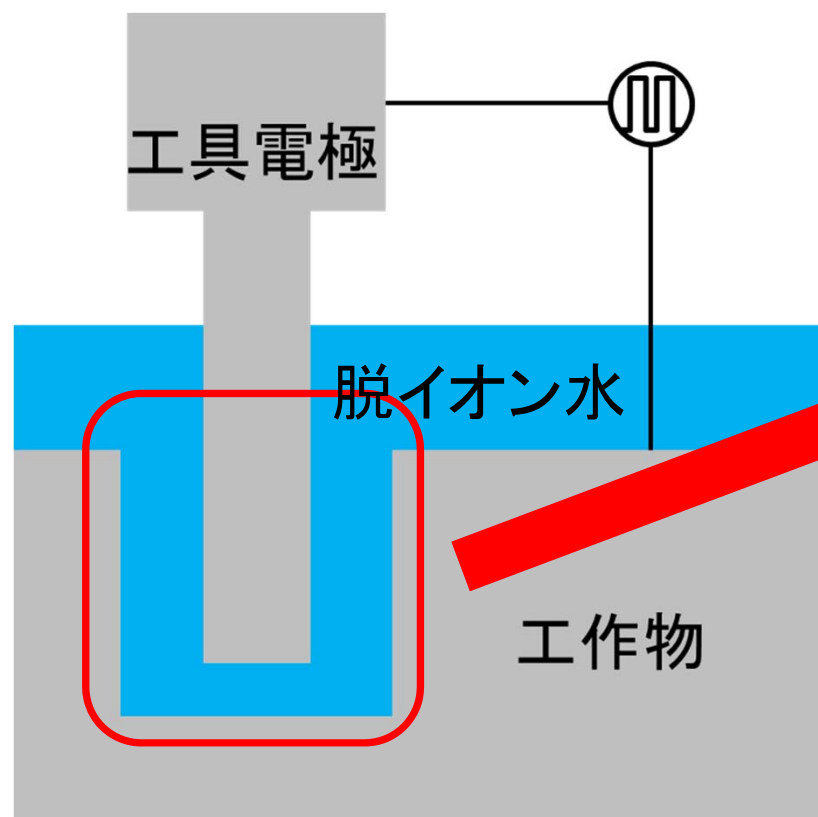


そこで本研究では

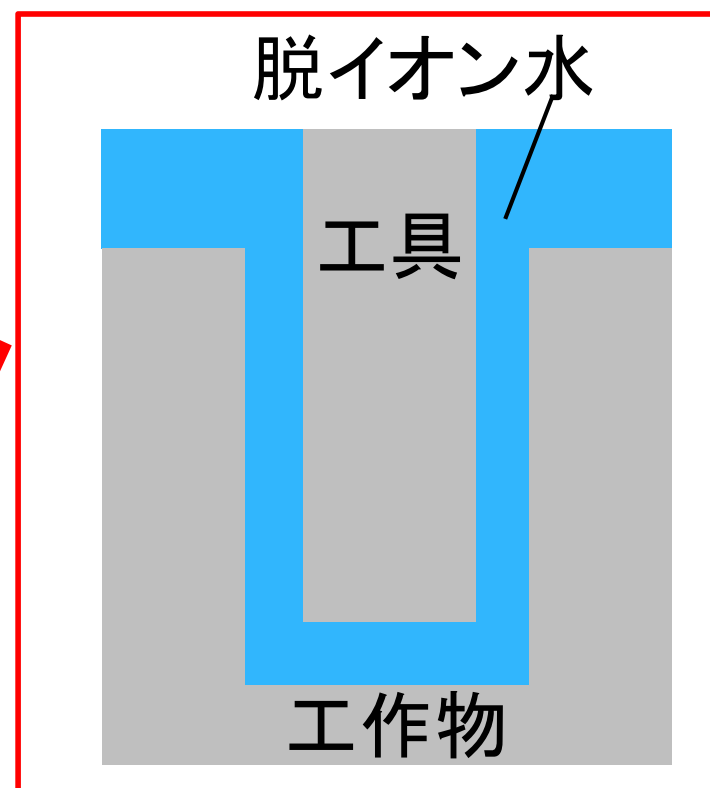
COMSOLを使用し、微細放電加工の極間における加工液の流れと加工屑の挙動を解析する。

解析対象

加工液に脱イオン水を使用した微細放電加工



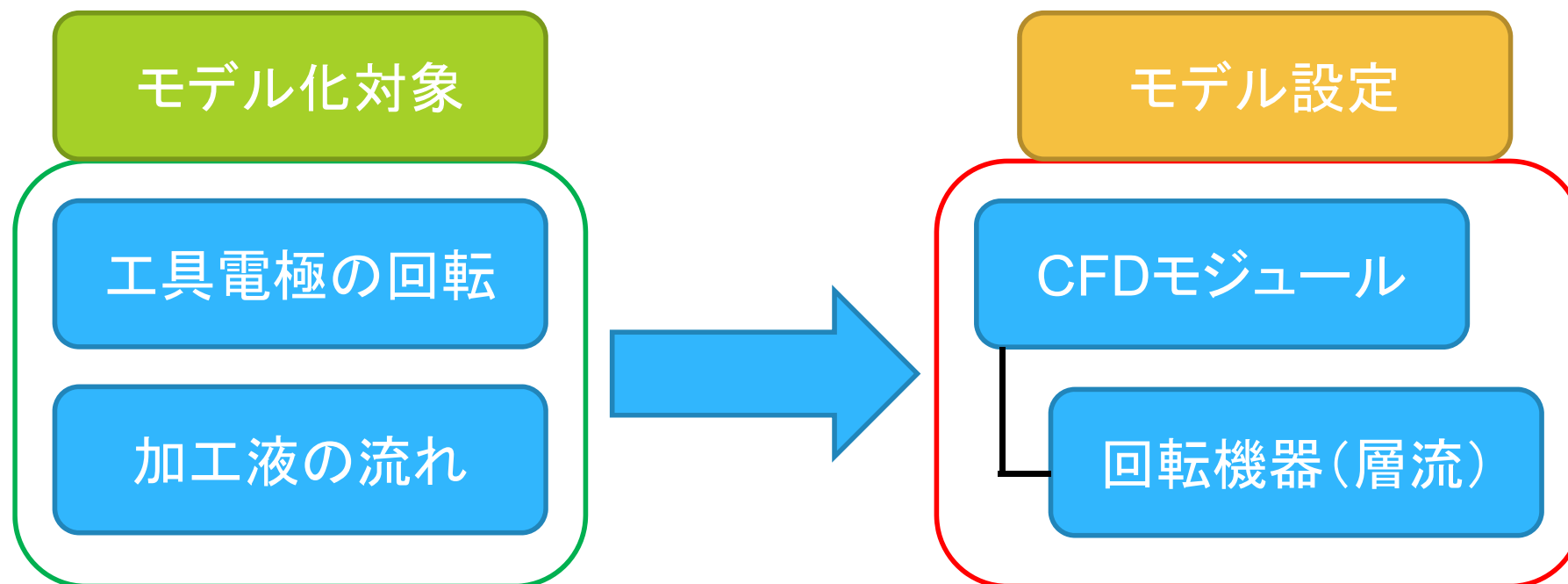
脱イオン水を用いた放電加工



加工穴周辺をモデル化

解析モデル

COMSOL Multiphysics Ver4.3b



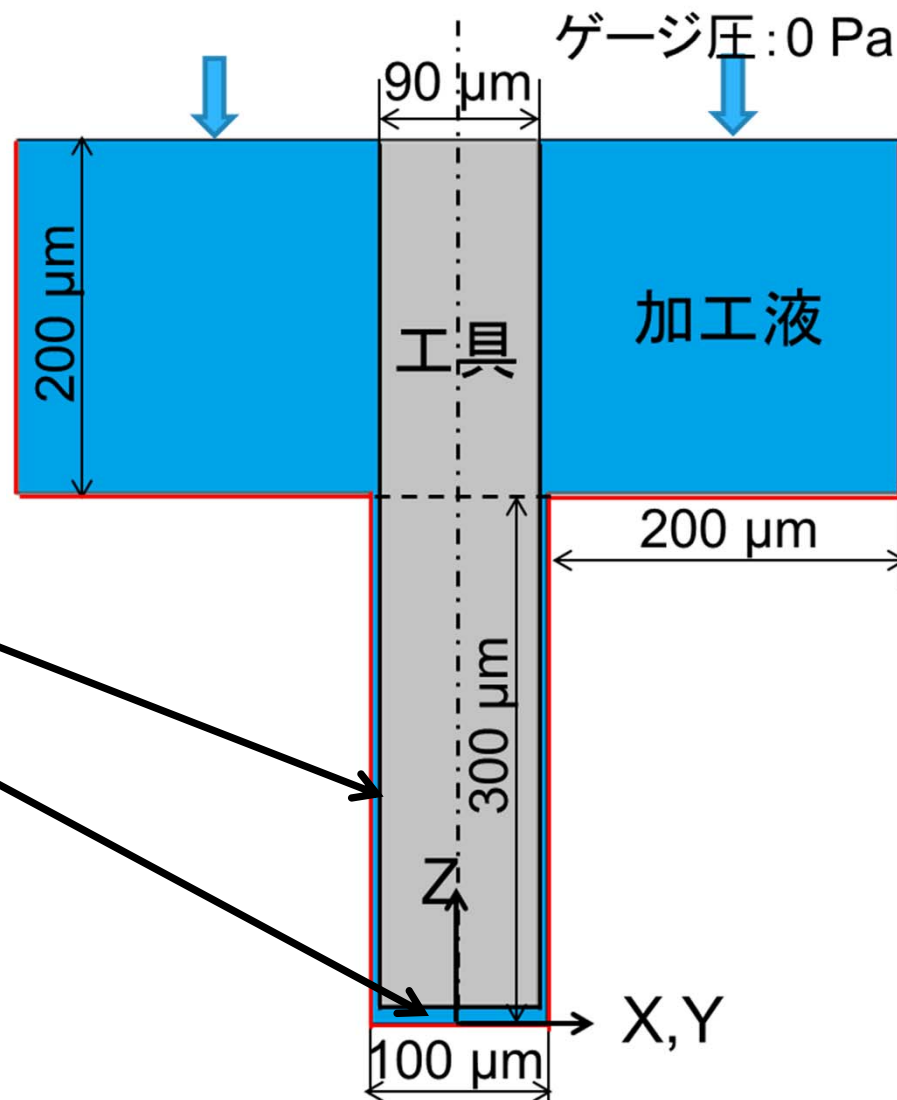
解析モデル

主軸変位 (Z軸変位) なし
→ 加工穴深さ $300\ \mu\text{m}$ に固定

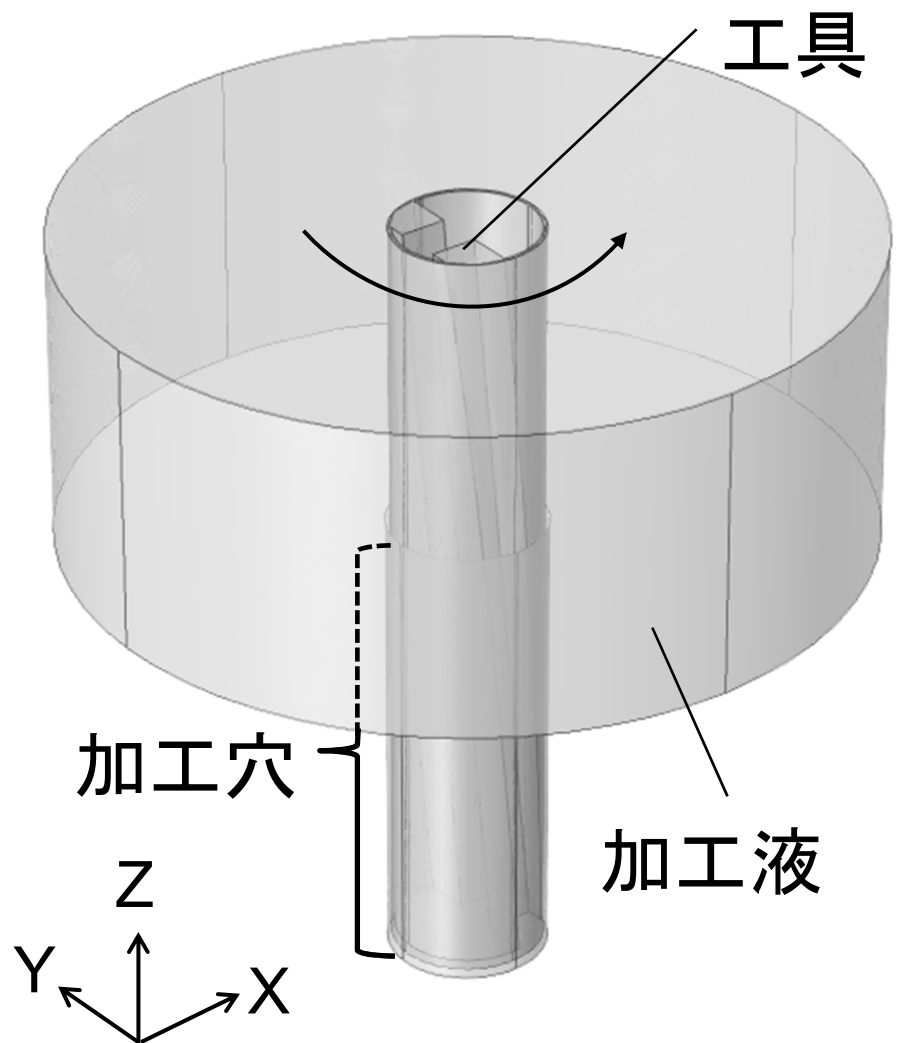
工具回転数: $2000\ \text{rpm}$

側面ギャップ: $5\ \mu\text{m}$
底面ギャップ: $10\ \mu\text{m}$

加工屑の発生は考慮せず



加工液の流れ解析



フリーメッシュ四面体による要素分割

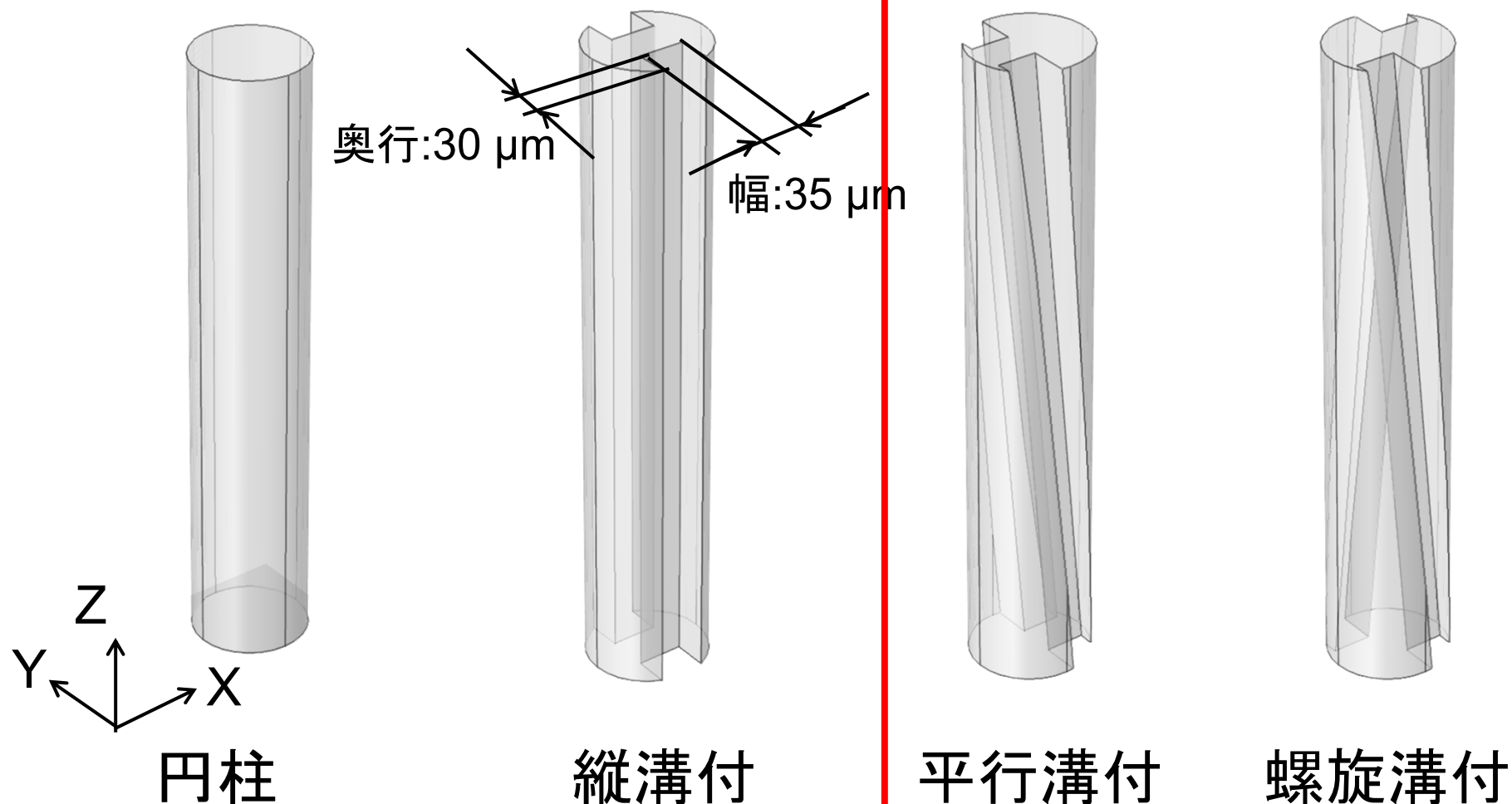
工具回転

加工液の速度場を計算

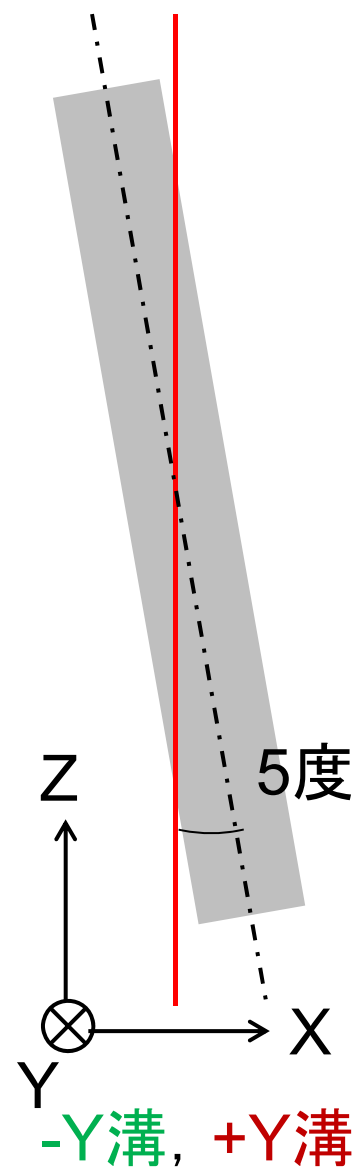
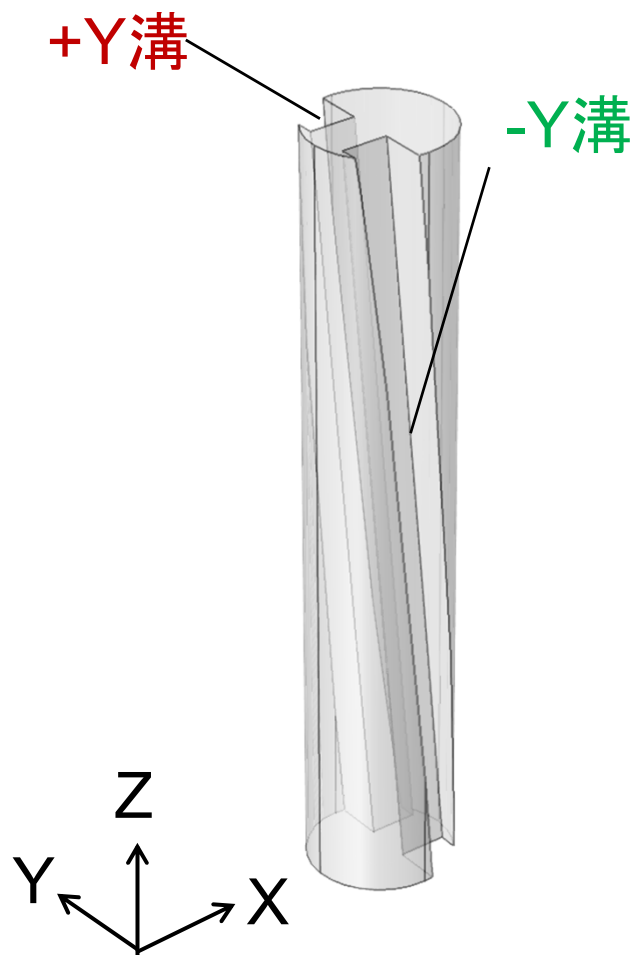
加工穴内の流れを確認

工具電極の形状

4種類の工具電極をモデル化し、加工液の流れを比較

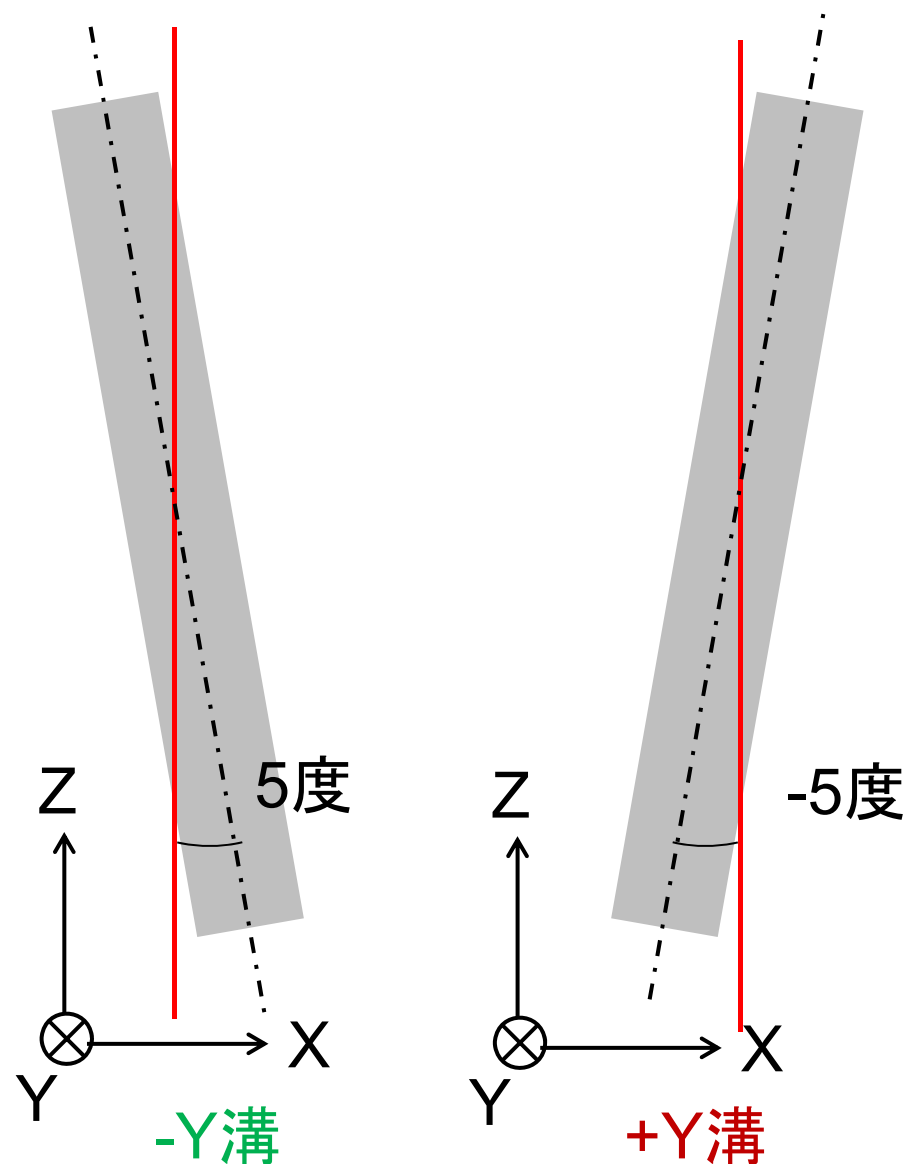
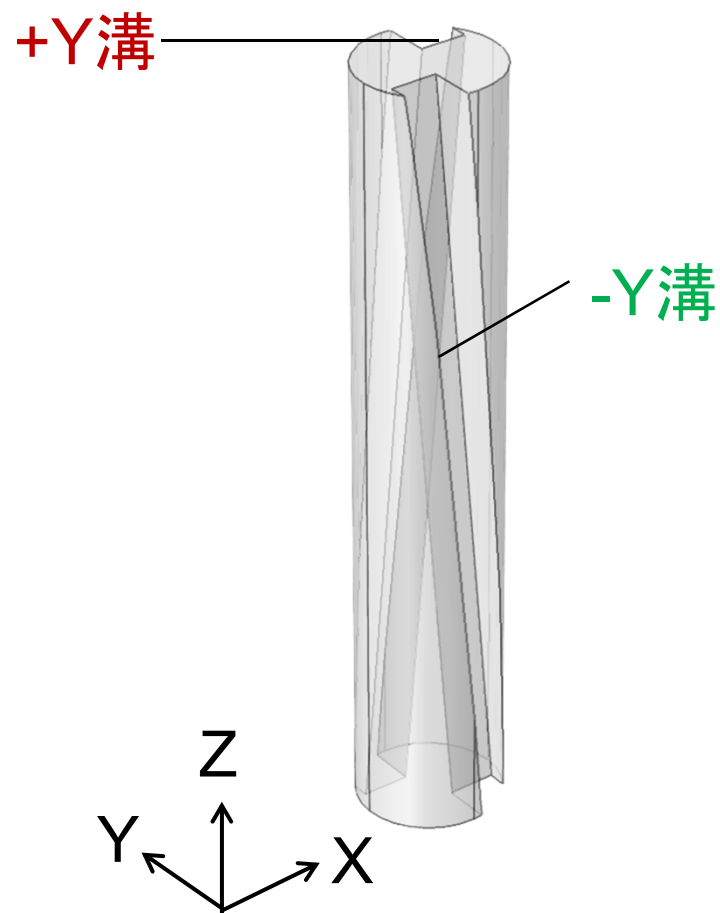


平行溝付工具



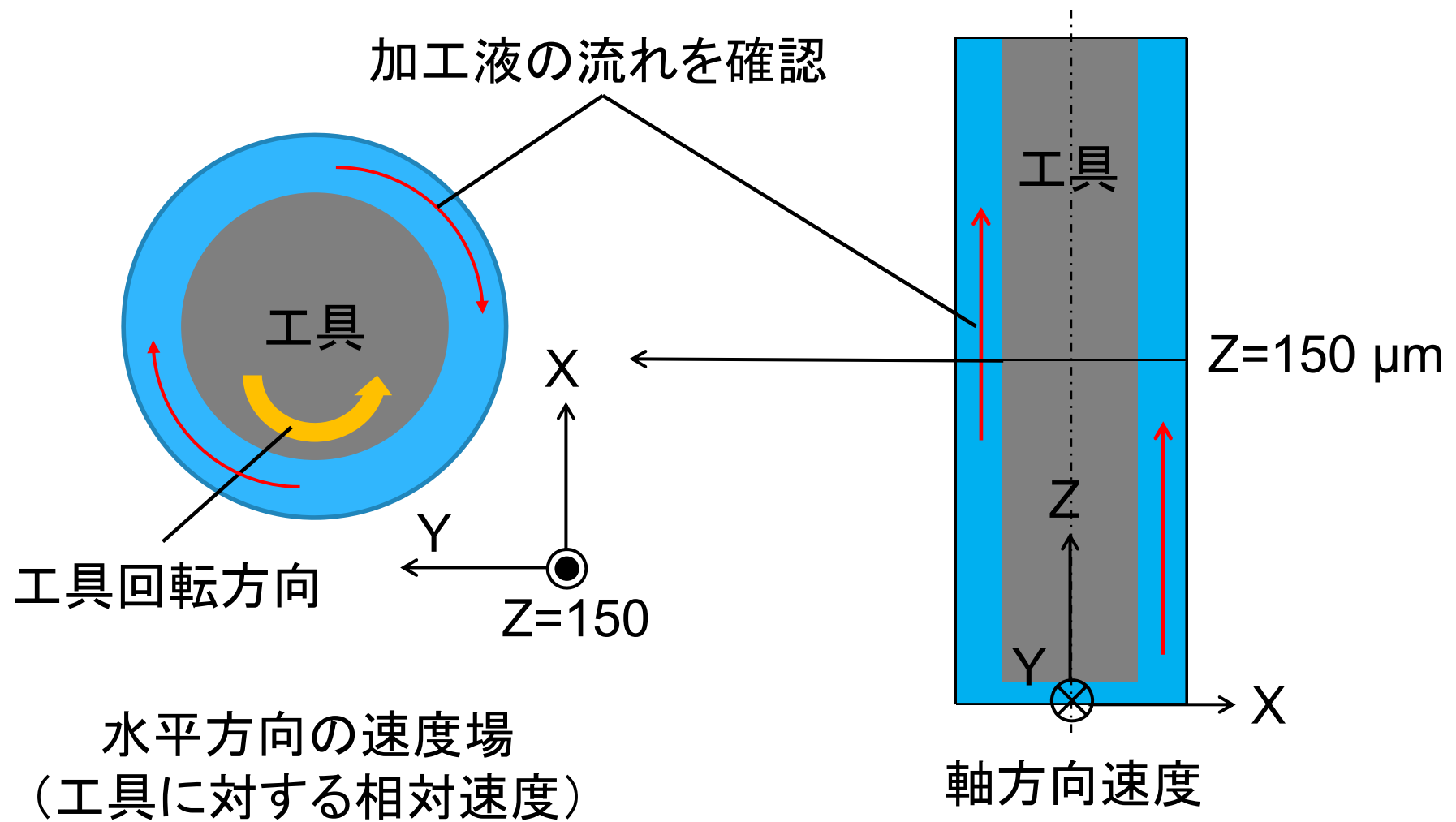
回転方向に対し異方向に設置

螺旋溝付工具

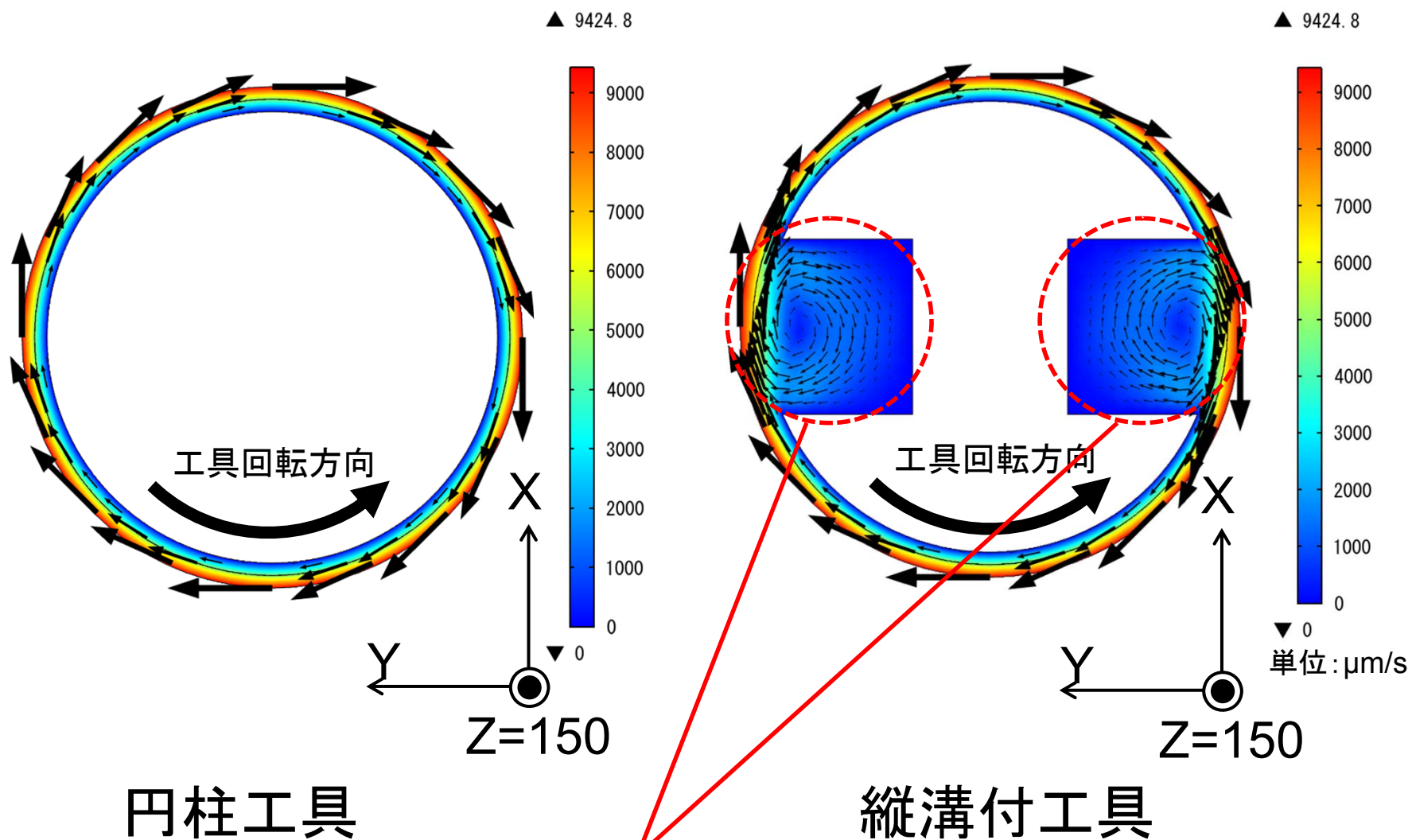


回転方向に対し同方向に設置

加工穴内の速度場

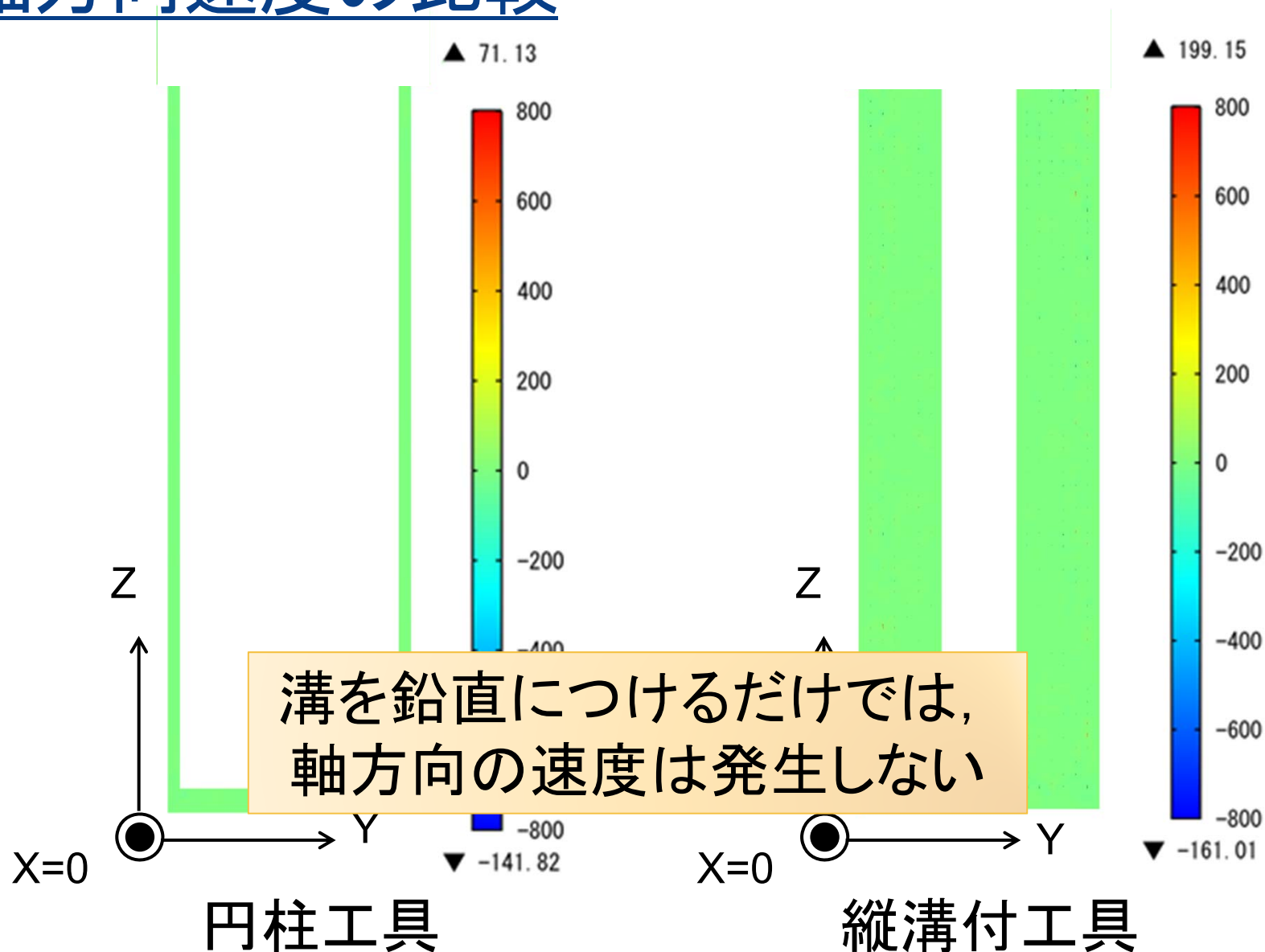


水平面速度の比較

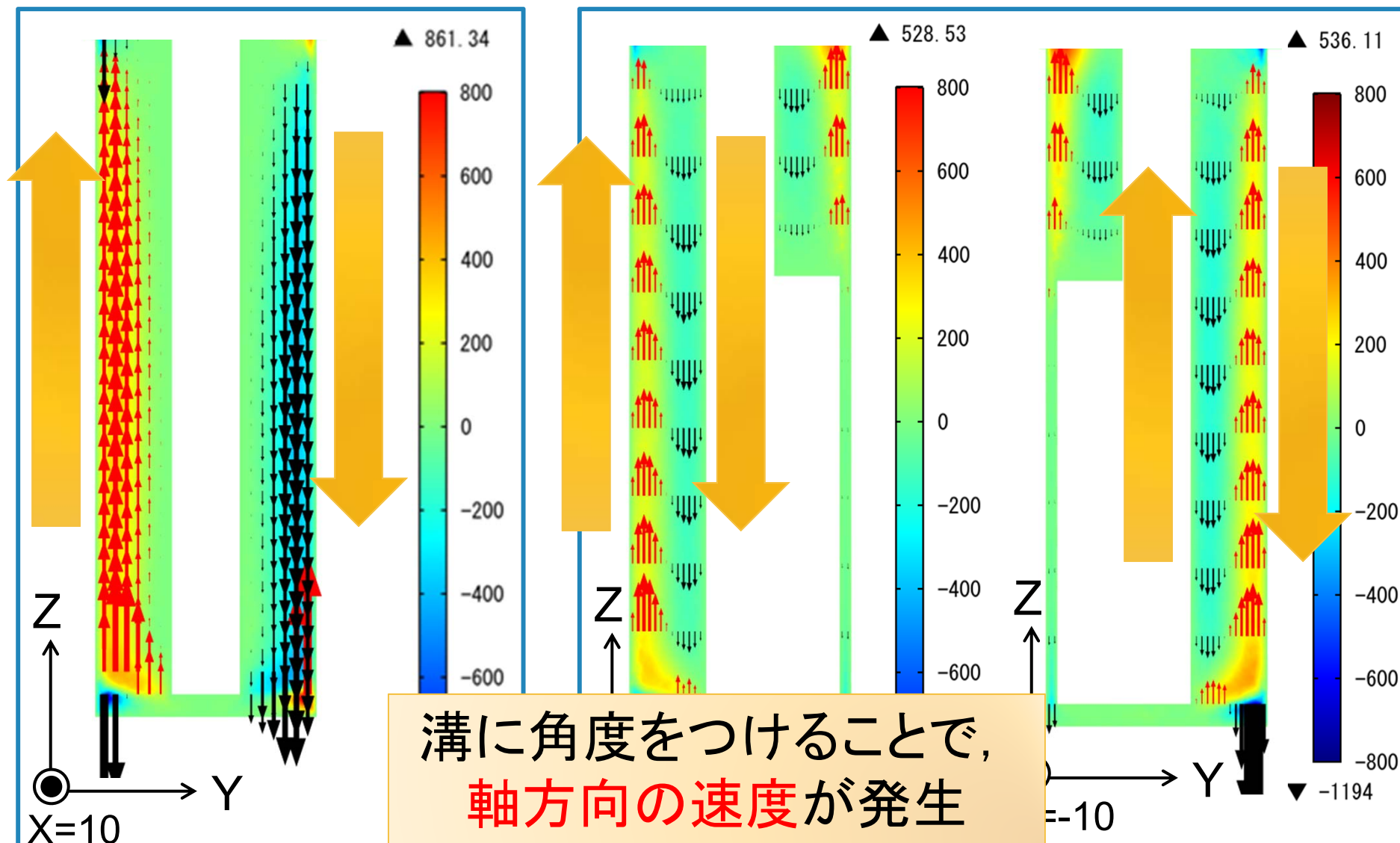


溝をつける⇒溝内部で渦が発生

軸方向速度の比較



軸方向速度の比較

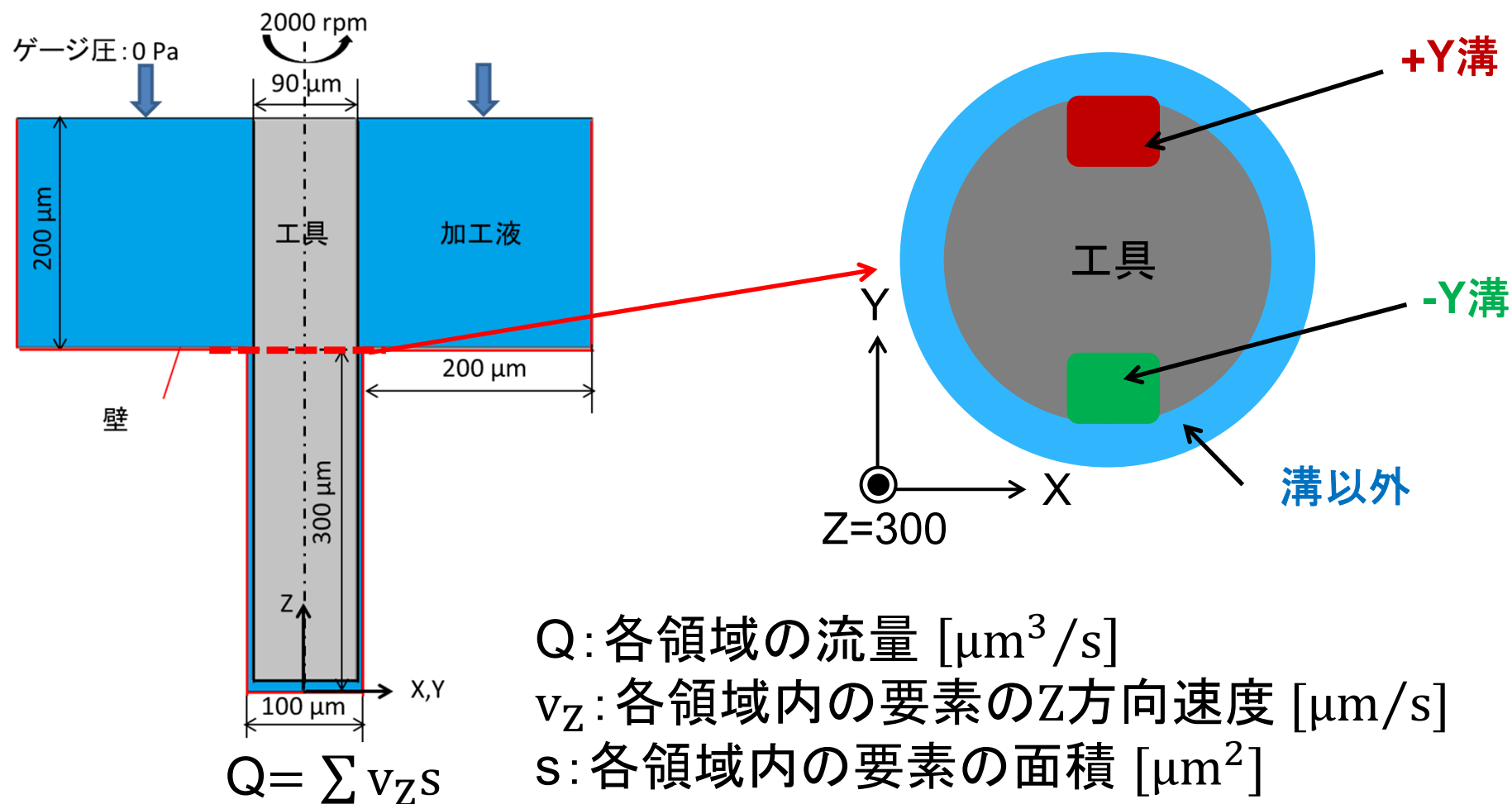


平行溝付工具

螺旋溝付工具

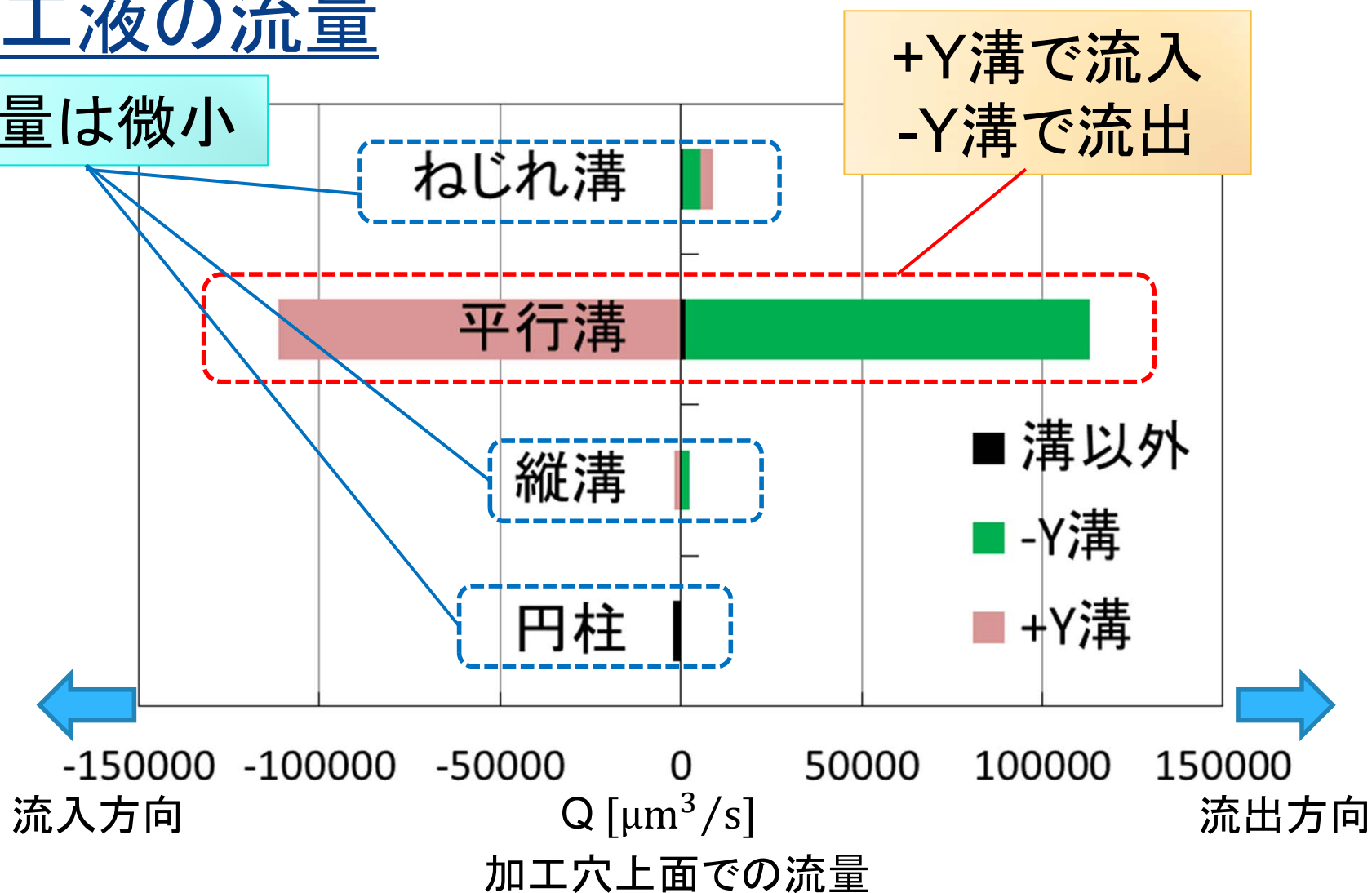
加工液の流量

溝部と溝以外部分の3つの領域に分け計算
 →加工液の流れにおける溝の役割を調査



加工液の流量

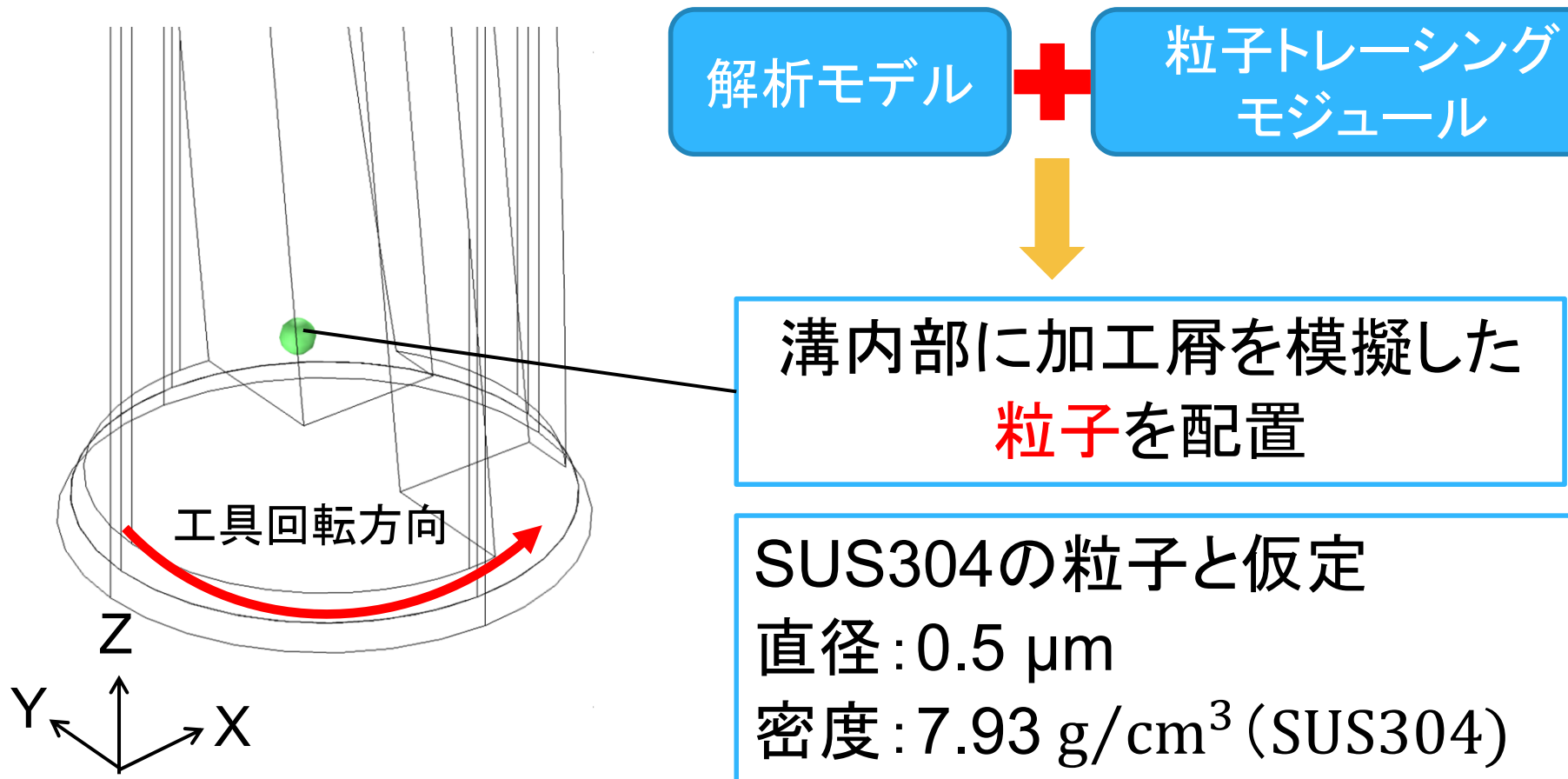
流量は微小



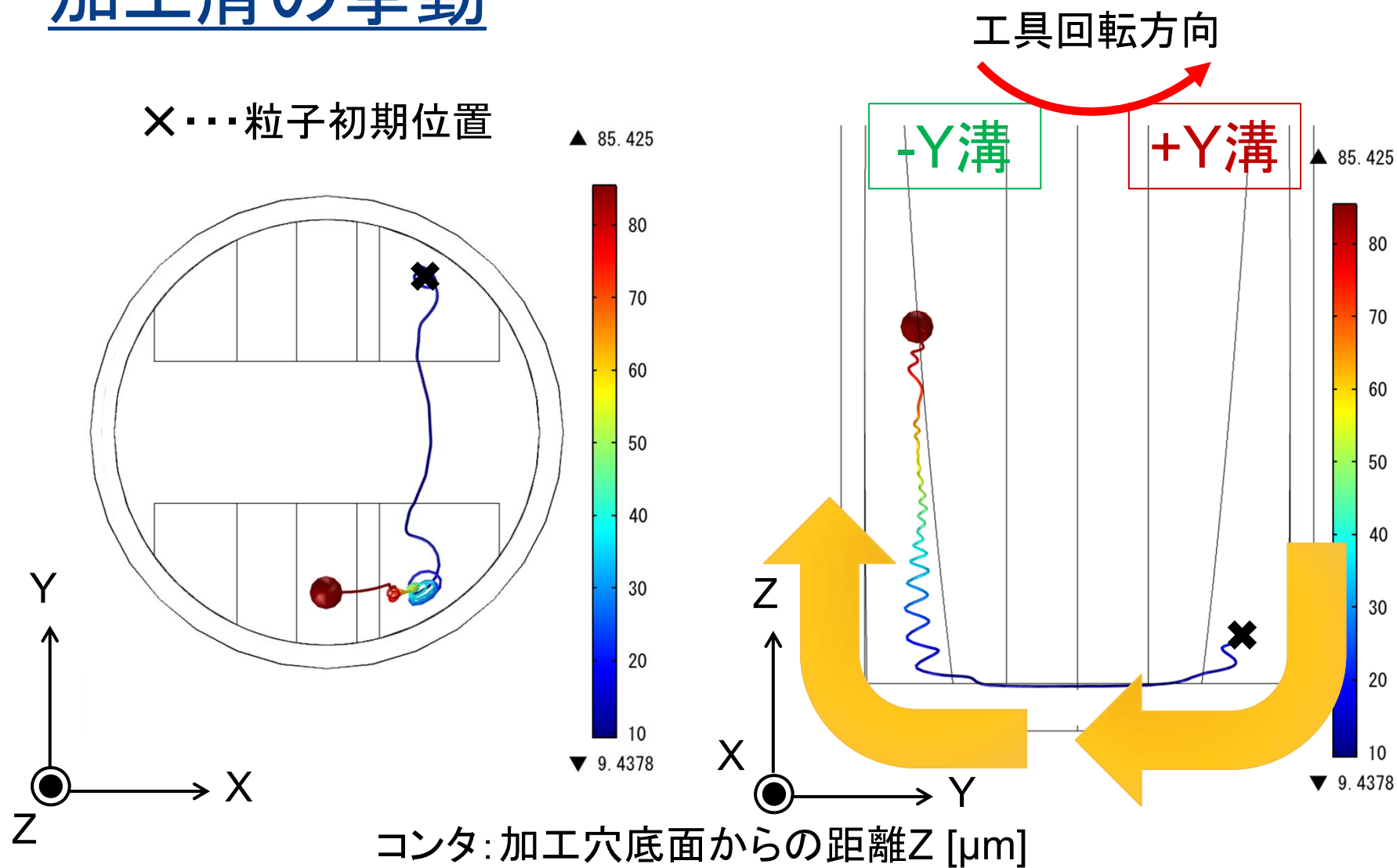
平行溝付工具⇒溝から溝への流れが予想される

加工屑の挙動解析

平行溝付工具では溝から溝への流れが予想される
→加工屑は実際どう動くか？



加工屑の挙動



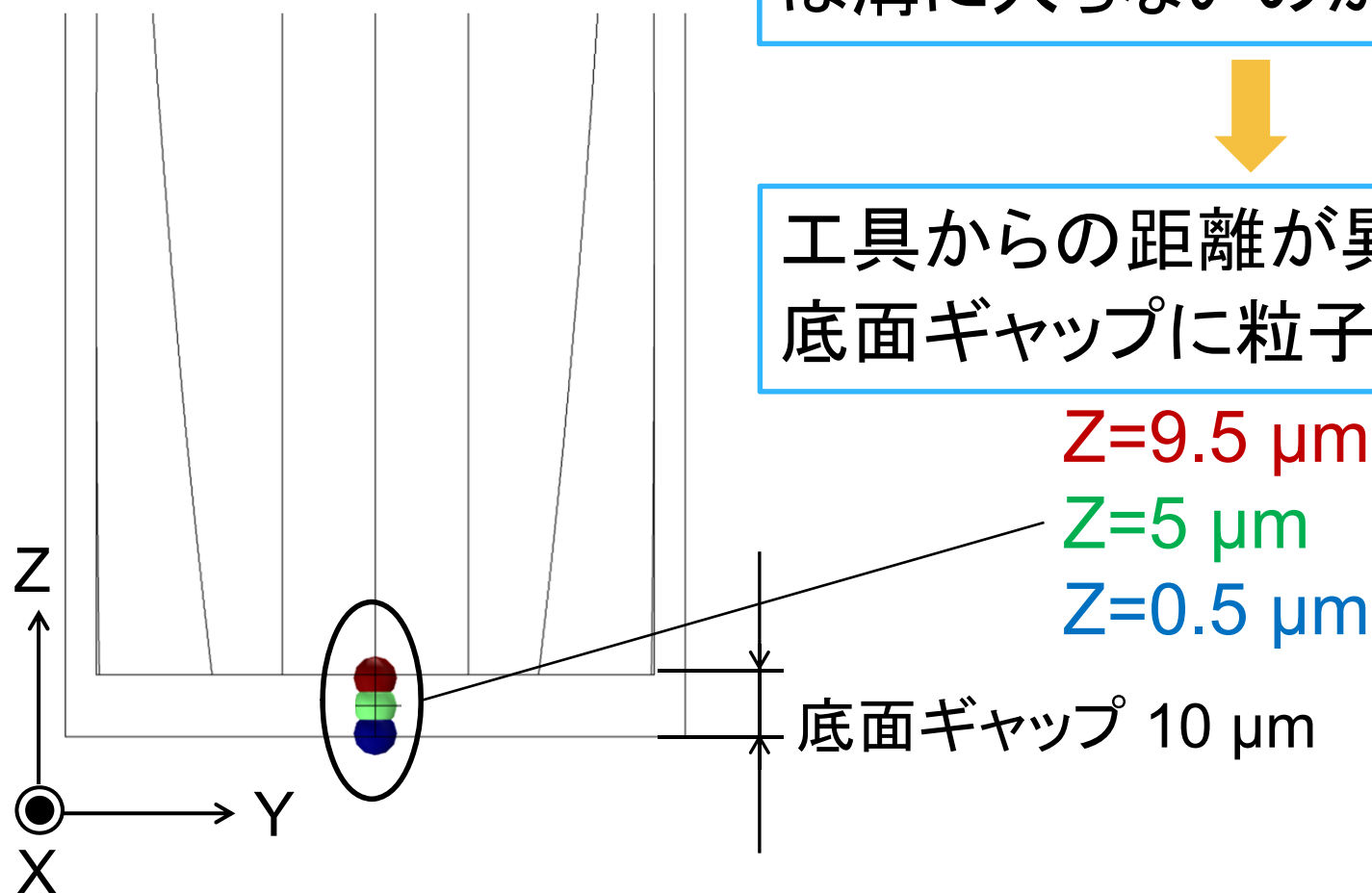
加工屑は工具直下を通り, -Y側の溝から排出

加工屑の挙動

工具から離れた位置の加工屑は溝に入らないのか？



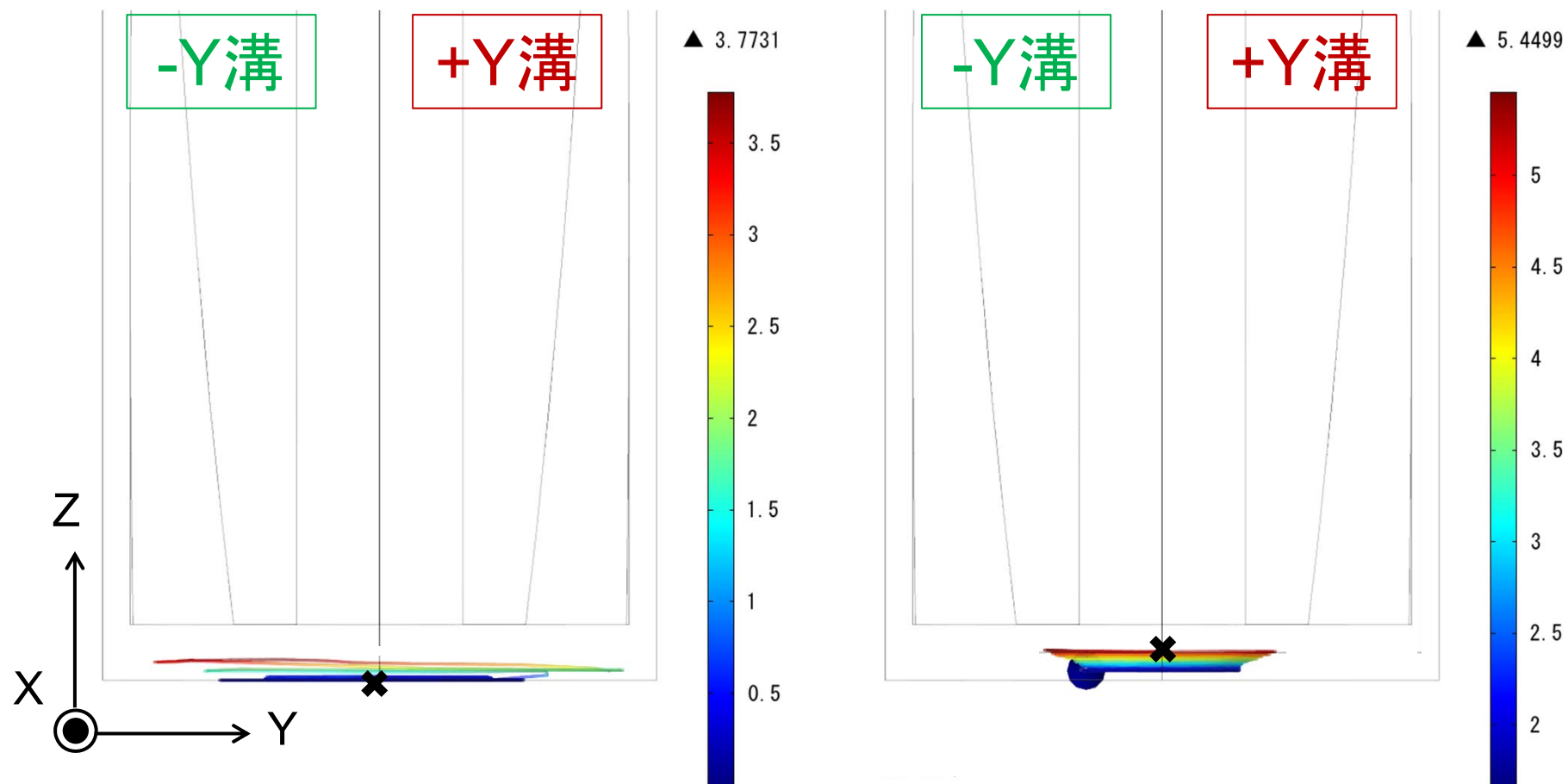
工具からの距離が異なるよう
底面ギャップに粒子を配置



加工層の挙動解析

Z=0.5 μm

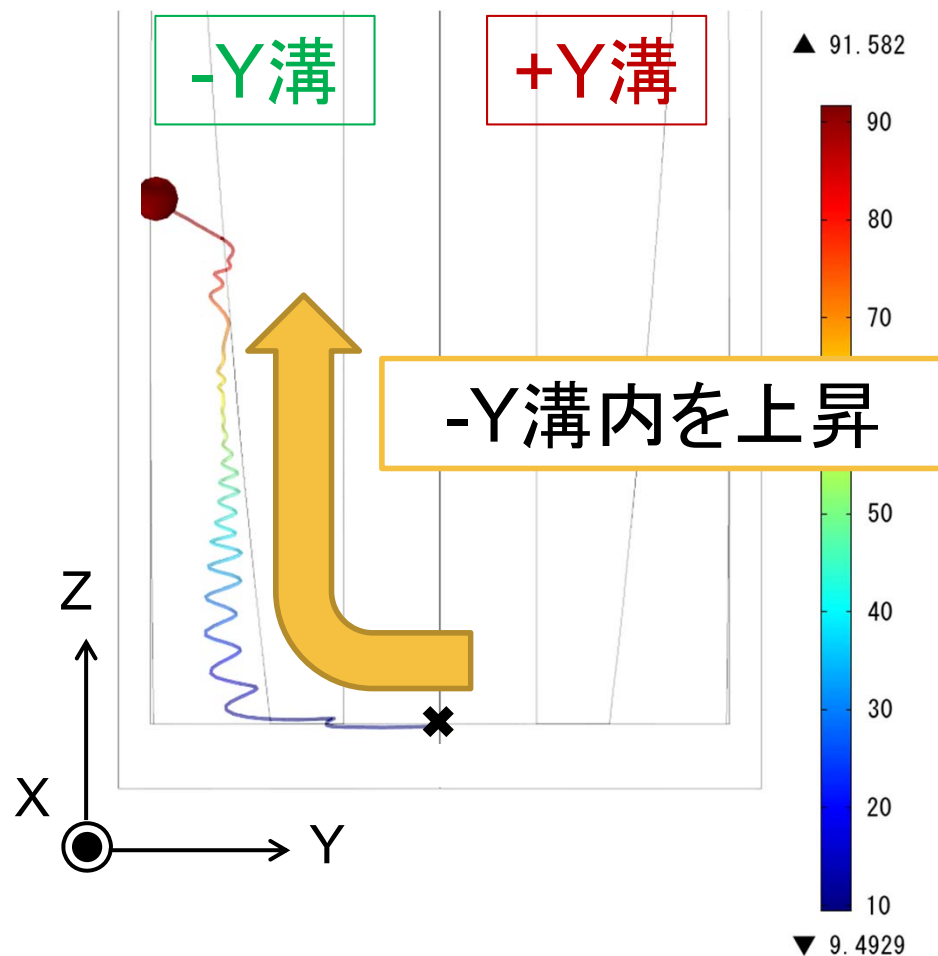
Z=5 μm



加工穴表面・ギャップの中点→底面ギャップに滞留

加工屑の挙動解析

Z=9.5 μm



工具直下の加工屑のみ底面ギャップから排出

まとめ

COMSOLのCFDモジュールと粒子トレーシングモジュールを使用し、微細放電加工における極間の加工液の流体解析を行った結果、以下の知見を得た。

- ◆ 工具側面に溝をつけることで、溝内部で渦が発生する。
- ◆ 斜め溝を2つ平行につけた平行溝付工具を使用することで、
 - ・ 一方の溝で流入、他方の溝で流出が発生。
 - ・ 加工液は溝から溝へ底面ギャップを經由して流れ、工具直下の加工屑を排出することが可能。