

研究タイトル

粘弾性流体の急縮小流れを 対象とした数値シミュレーション

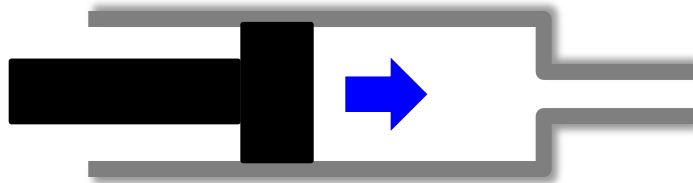
福井工業高等専門学校 専攻科

生産システム工学専攻 笛吹祐登(機械工学科出身)

研究タイトルの単語の説明

粘弾性流体 : 粘性(粘り気)と弾性(弾力)のある流体(液体や気体)のこと。
例えば, 小中学校で作ったことのある(と思う)スライム。
身近なところでは, ペットボトルやゴムの原料の樹脂や血液など。

急縮小流れ : 例えば注射器のように, 急激に狭くなる流れ。



数値シミュレーション : 実際の現象をコンピュータで計算・再現し観察しようとするもの。
身近なところでは, 天気予報で雲の動きを予測するのに使われる。

研究の背景

私たちの身の回りには様々なプラスチック製品・ゴム製品があふれている。



ゲーム機のケース



プラモデル

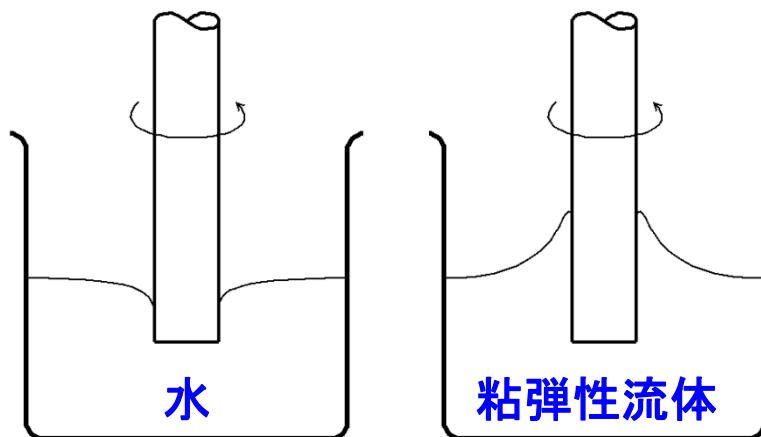


車のタイヤ

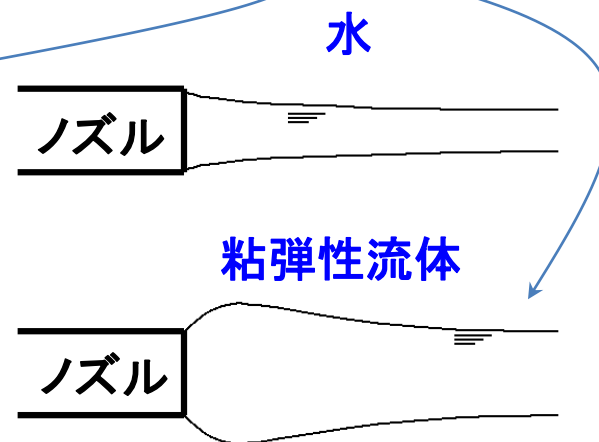


ペットボトルやトレイなど

プラスチックやゴムの原料となる樹脂などの粘弾性流体は**特異流れ**を起こすため、品質や生産性を向上させるべく日々研究がおこなわれている。



ワイゼンベルグ効果

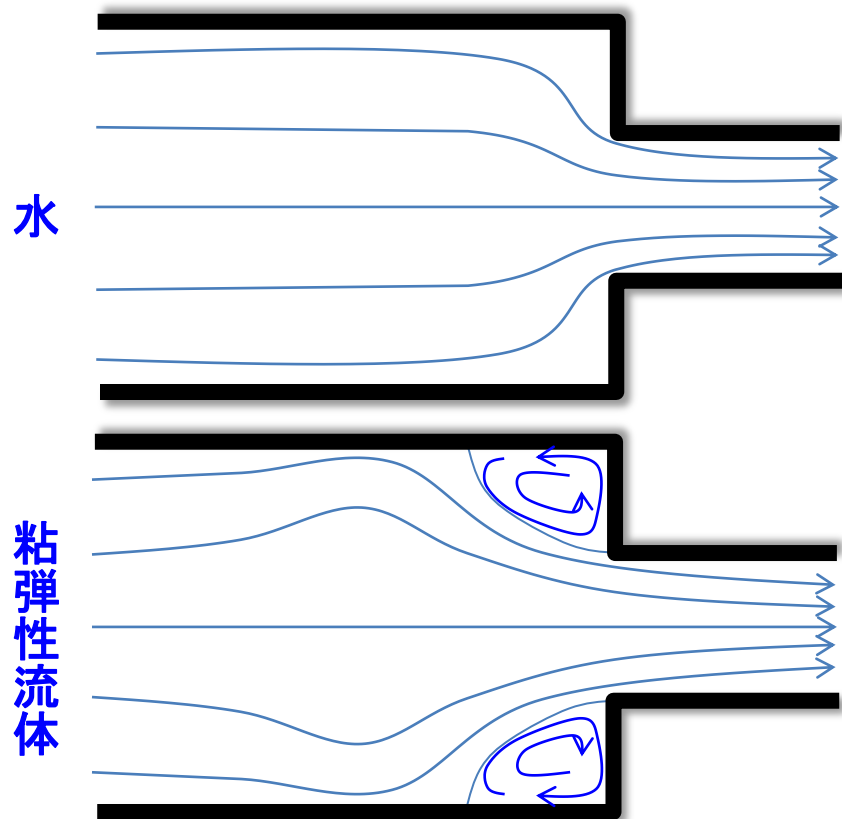


バラス効果

研究の目的

パソコンを用いた数値シミュレーションによる粘弾性流体の急縮小流れにおける特異な流動の再現と解明

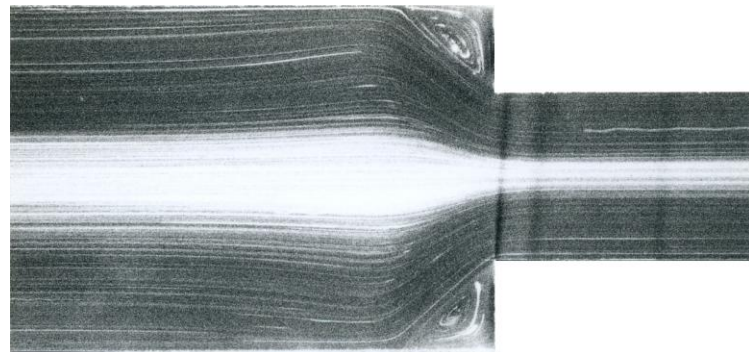
粘弾性流体の急縮小流れにおいて、主に2種類の特異流れが知られている。



水はスムーズに流れていくが、粘弾性流体では湾曲した流れと角に渦ができる。

下の写真は実験の写真で、白い線がトレーサーで流れがわかる。

よく見れば湾曲した流れと角に渦が確認できる。



研究の中身

パソコンで数値シミュレーションを行うためには、**プログラム**が必要になる。
プログラムには、その現象を表す各種方程式や計算方法・計算条件などを記載する。

```

D:\¥レギュラー格子_0618¥SC.f - 秀丸
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ウィンドウ(W) マクロ(M) その他(O) 779: 1
778 DO J=3,NY+1↓
779 DO I=3,NX/2+2↓
780 PT(I,J) = (-P(I-1,J )+P(I ,J ))*RX(I)↓
781 SX(I,J) = (-SXX(I-1,J )+SXX(I ,J ))*RX(I)↓
782 ENDDO↓
783 ENDDO↓
784 DO J=3,NY/2+1↓
785 DO I=NX/2+3,NX+2↓
786 PT(I,J) = (-P(I-1,J )+P(I ,J ))*RX(I)↓
787 SX(I,J) = (-SXX(I-1,J )+SXX(I ,J ))*RX(I)↓
788 ENDDO↓
789 ENDDO↓
790 C↓
791 DO J=3,NY+2↓
792 DO I=3,NX/2+1↓
793 SY(I,J) = (-SXY(I ,J-1)+SXY(I ,J ))*RY(J)↓
794 ENDDO↓
795 ENDDO↓
796 DO J=3,NY/2+2↓
797 DO I=NX/2+2,NX+1↓
798 SY(I,J) = (-SXY(I ,J-1)+SXY(I ,J ))*RY(J)↓
799 ENDDO↓
800 ENDDO↓
秀丸I7... 下候補 単語を... 分割カ... 切り抜き 北°- 貼り付け タグジャ... アトライ... 行番号... Unicode(UTF-8) 挿入モード

```

プログラム言語は
FORTRANを使用。

粘弾性流体の流れを表
す方程式は、

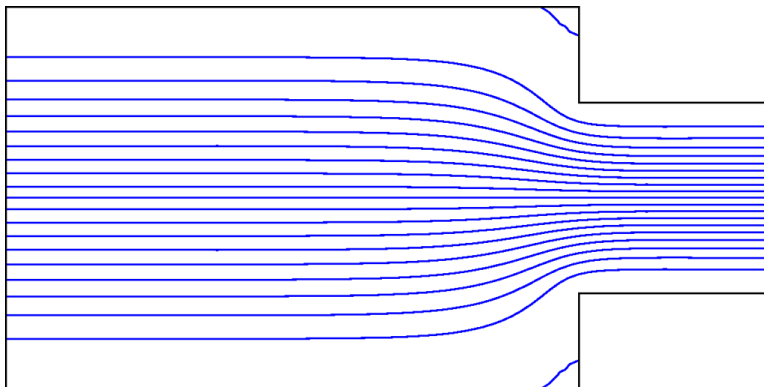
- ・コーシーの運動方程式
- ・連続の式
- ・構成方程式

の三つである。

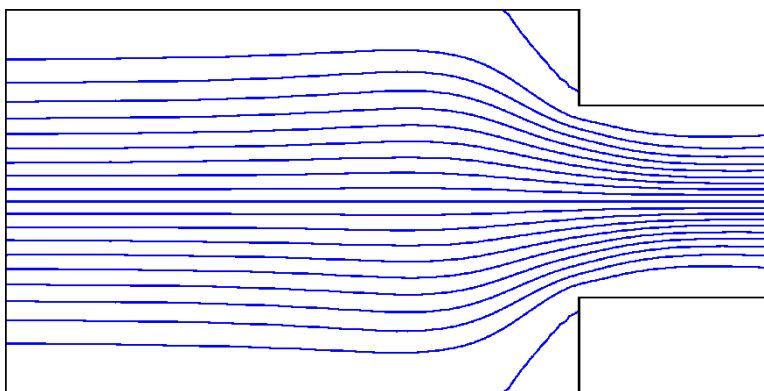
研究成果の一部

水と粘弾性流体で計算を行い、流れの様子を流線（青い線）で表した。

水



粘弾性流体



水がスムーズに流れているのに対して、粘弾性流体は一度外側に湾曲してから流れている様子が確認でき、また角に渦ができていていると考えられる。



パソコンを用いた数値シミュレーションによる粘弾性流体の急縮小流れにおける特異流れの再現が(ある程度)できた。

が

その説明まではまだできていない……

補足

1枚目	樹脂	樹脂は高分子溶液の一種であり，別の高分子剤を水に溶かした溶液でも粘弾性流体としての性質を持つ．
2枚目	ワイセンベルグ効果	ある種の粘弾性流体の中で棒を回転させた場合，その流体は重力に逆らって棒に沿ってはい上がる現象．水（ニュートン流体）の場合は凹状にへこむ．
	バラス効果	細管出口から液体が流出する場合，水（ニュートン流体）では出口直径より細くなって流出するが，粘弾性流体では管の出口のところからすぐには細くならず，逆に太くなって流出する現象．
3枚目	湾曲した流れ	Divergence flowという特異流れ．
	角の渦	再循環領域という特異流れ．
	写真	高分子流体であるポリアクリルアミド水溶液（PAA水溶液）の濃度0.04%における急縮小部（縮小比2:1）の可視化実験の写真（流量 $91.3 \times 10^{-6} \text{m}^3/\text{s}$ ）（参考文献：大池，卒業論文「粘弾性流体による急縮小流れ」，pp.42～pp.46，（1993）．）
5枚目	計算条件	Maxwellモデルの構成方程式を用いて，中心軸に対象境界条件にした縮小比2:1の急縮小流れ． 水（ニュートン流体）はレイノルズ数 $Re=30$ ．粘弾性流体は $Re=30$ ，ワイセンベルグ数 $We=0.3$