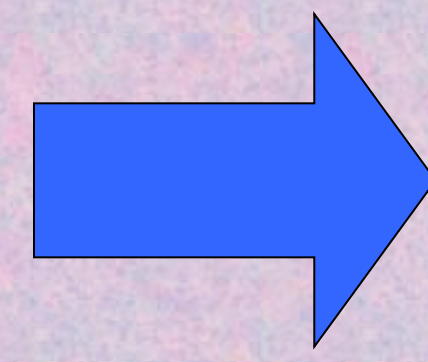


推進するらせん型の形状最適化に関する ストークス流れの数値解析

鳥取大学大学院 工学研究科 生体システム解析学研究室

目的

粘性の影響が非常に大きい環境下
らせん型の運動に伴って
発生する力を調査



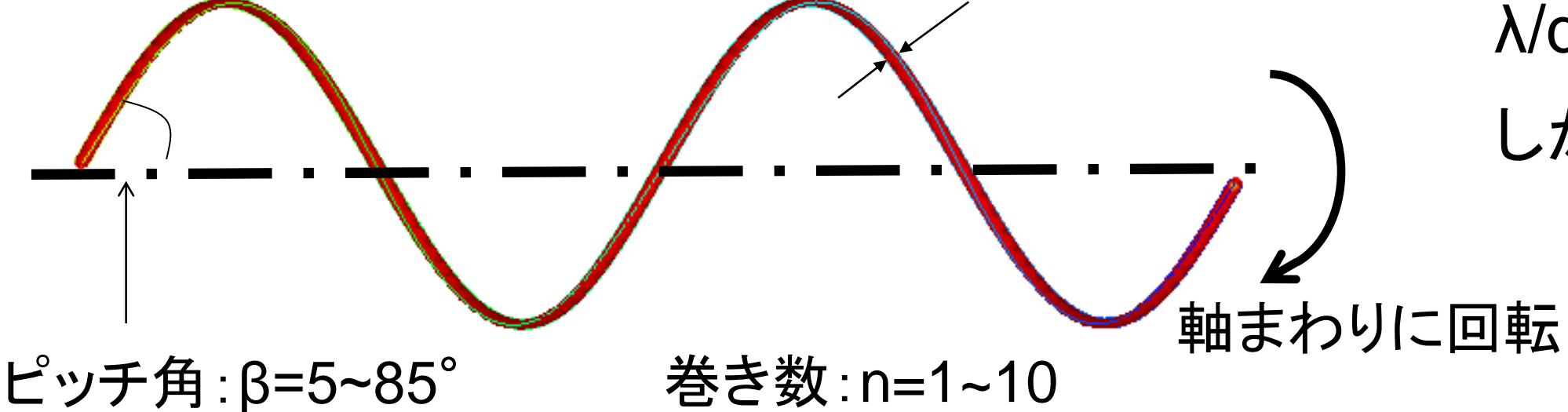
推進効率における
らせん型の形状最適化

境界要素法

解析モデル

太さに対する波長の比: $\lambda/d=5, 10, 20, 40$

波長: λ 素線の太さ: d



F: 軸方向に働く力
T: 軸周りに働くトルク
Fd/T: 推進効率

推進効率における最適形状

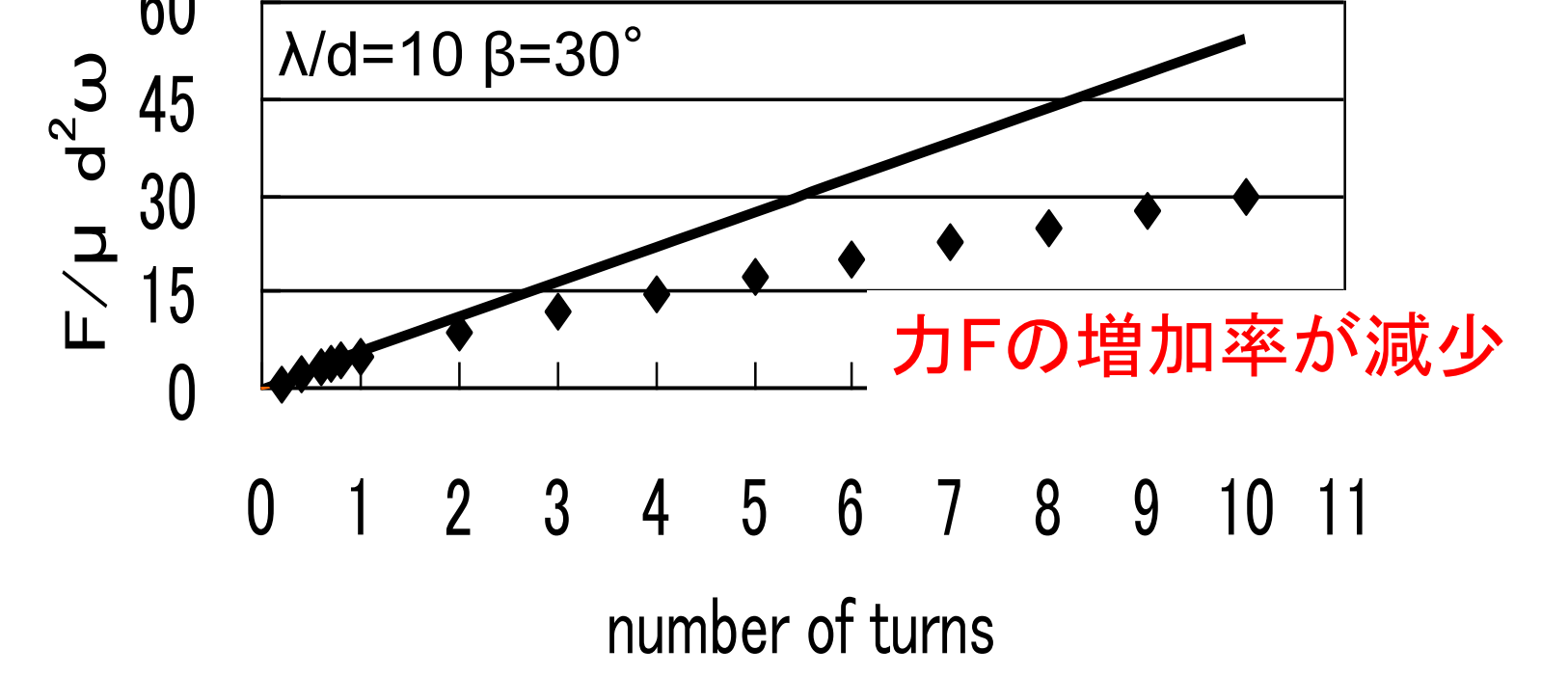
$\lambda/d=10 \beta=30^\circ n=1$

λ/d によって、最適なピッチ角は変動
しかし、どの λ/d でも $n=1$ のときに推進効率が最大

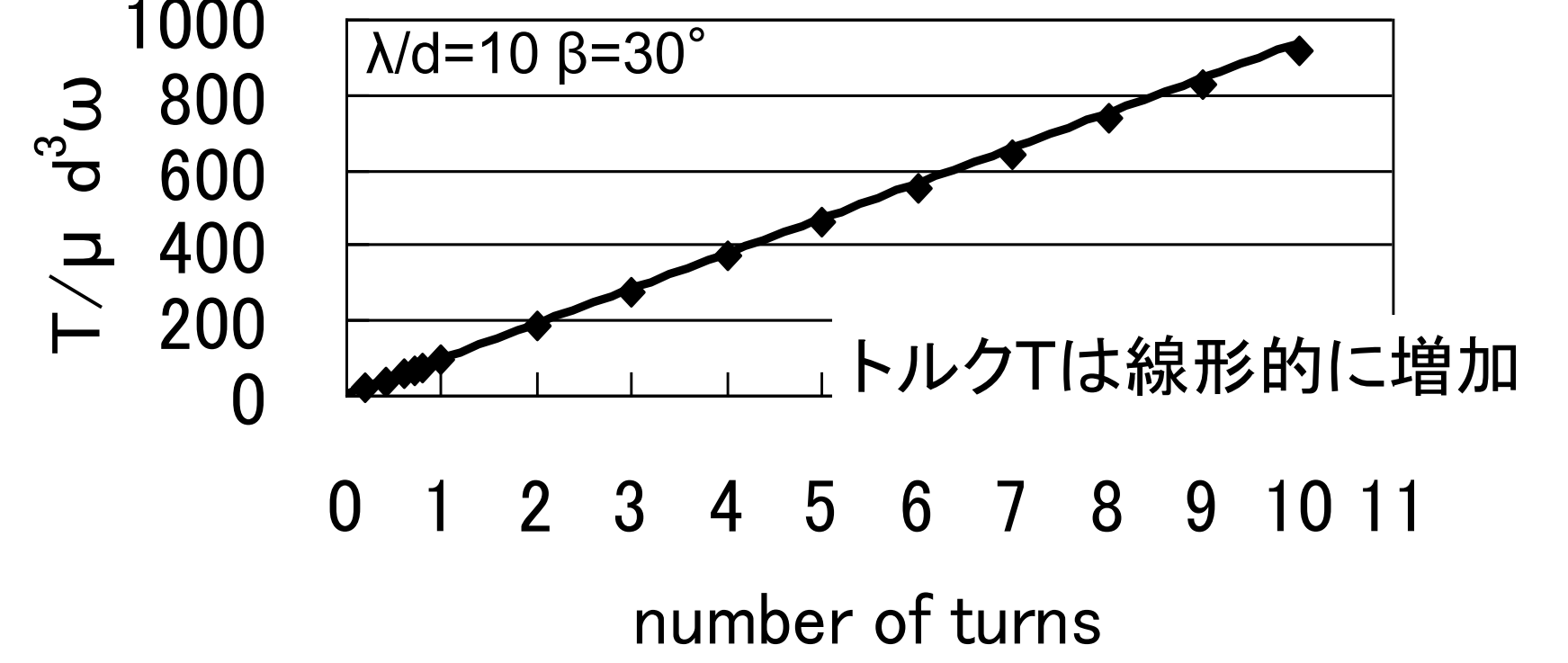
1巻きが良い理由

巻き数が増えると力Fの増加率が減少
トルクTは線形的に増加

力の巻き数依存性



トルクの巻き数依存性



有限要素法

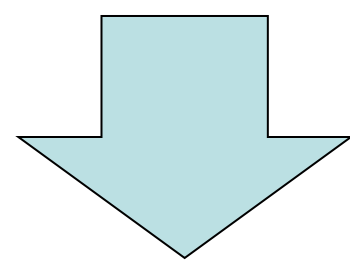
一つのモデルとして作成すると、らせん型を回転させるとメッシュの移動が起こり、計算が行えないためモデルを分けて作成

立方体と回転領域の節点間で物理量が連続的

らせん型をz軸まわりに回転させ流速や力の定常解析

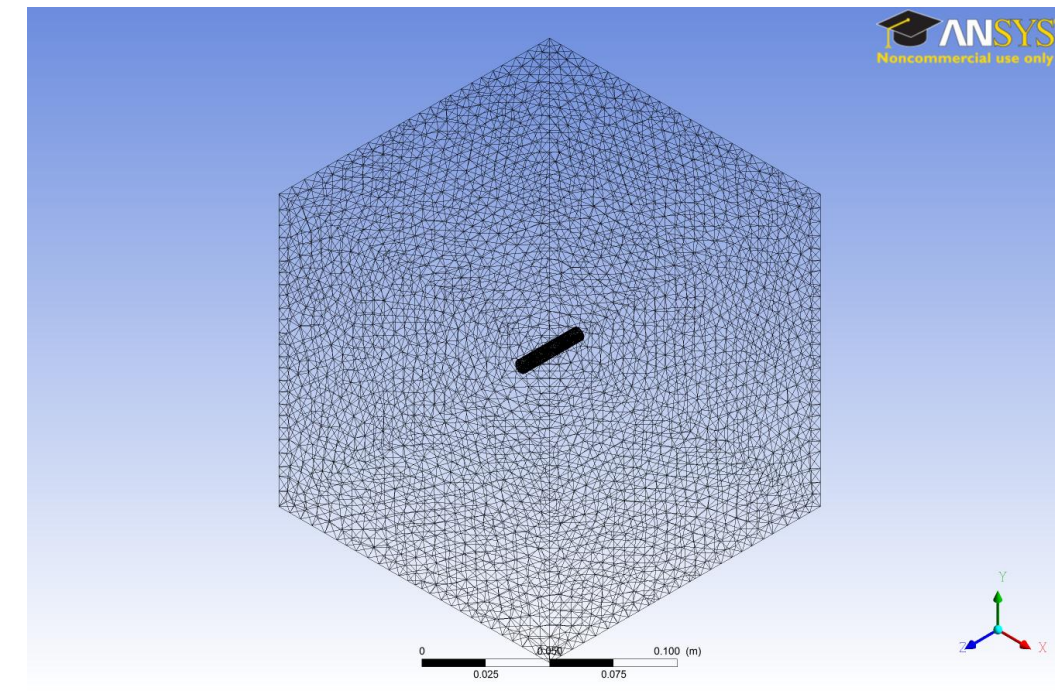
円筒を回転: 流体は回転しない

巻き数が増加したときにらせん型のまわりの流れの
干渉による力Fの増加率が減少する原因を調べる

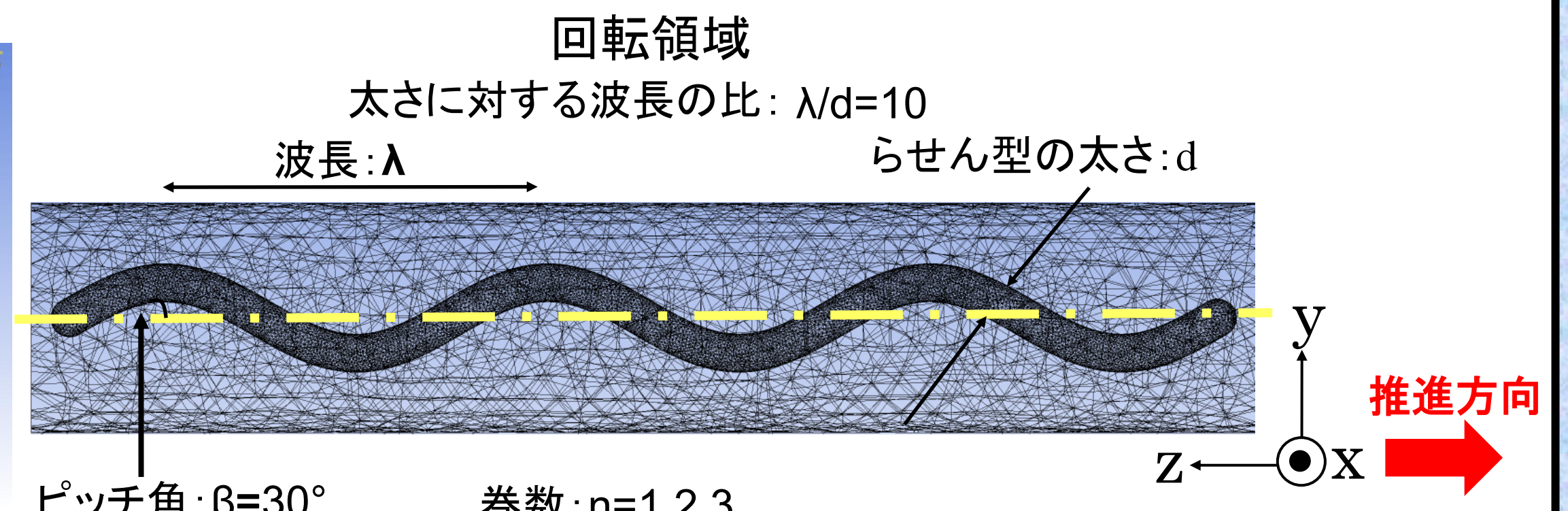


ANSYSを用いて有限要素解析
巻き数の増加に伴う流れ場や力の分布を調査

領域全体: 立方体



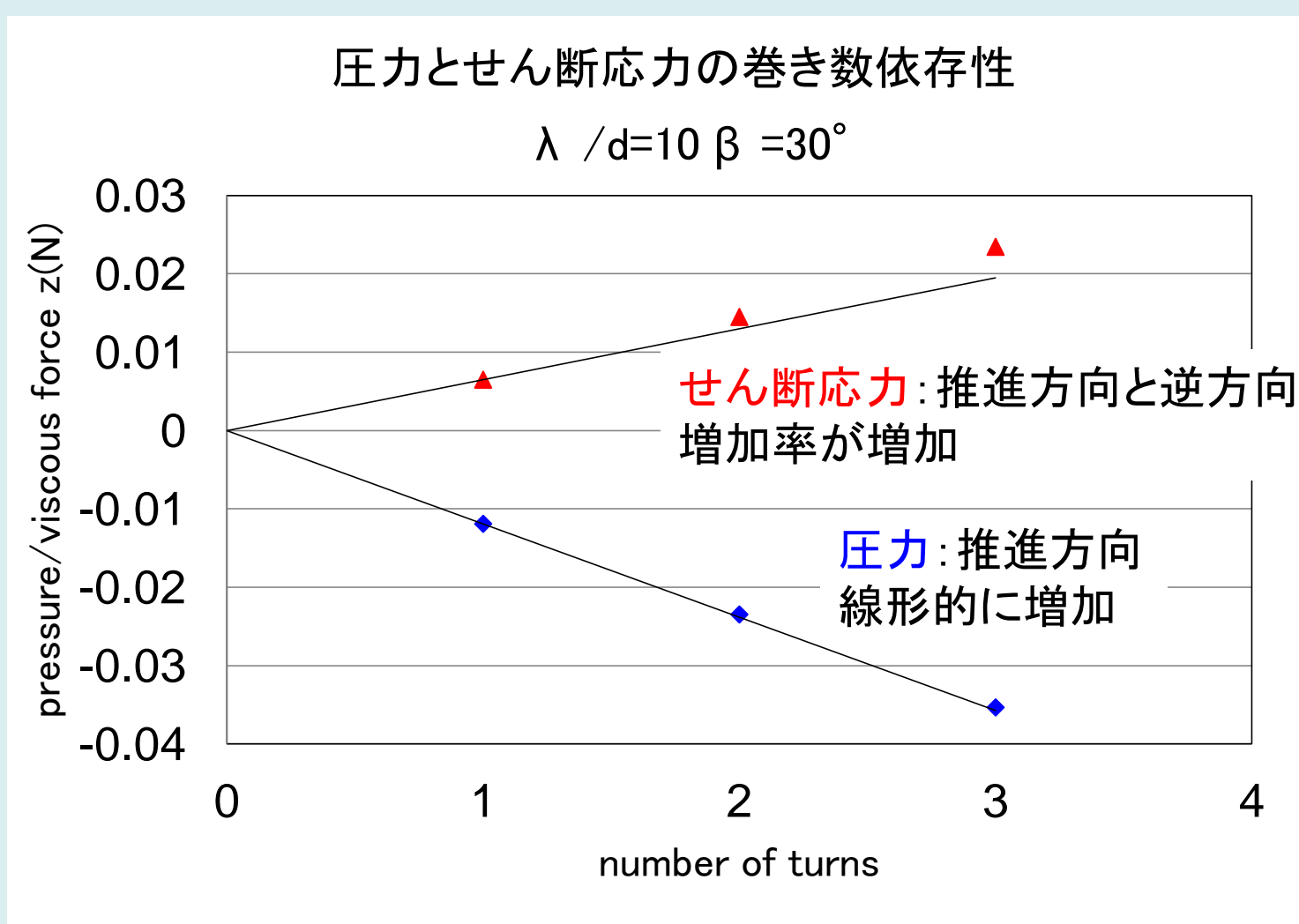
立方体の各面: 圧力一定
流入・流出を許可



$Re = 1.0 \times 10^{-9}$

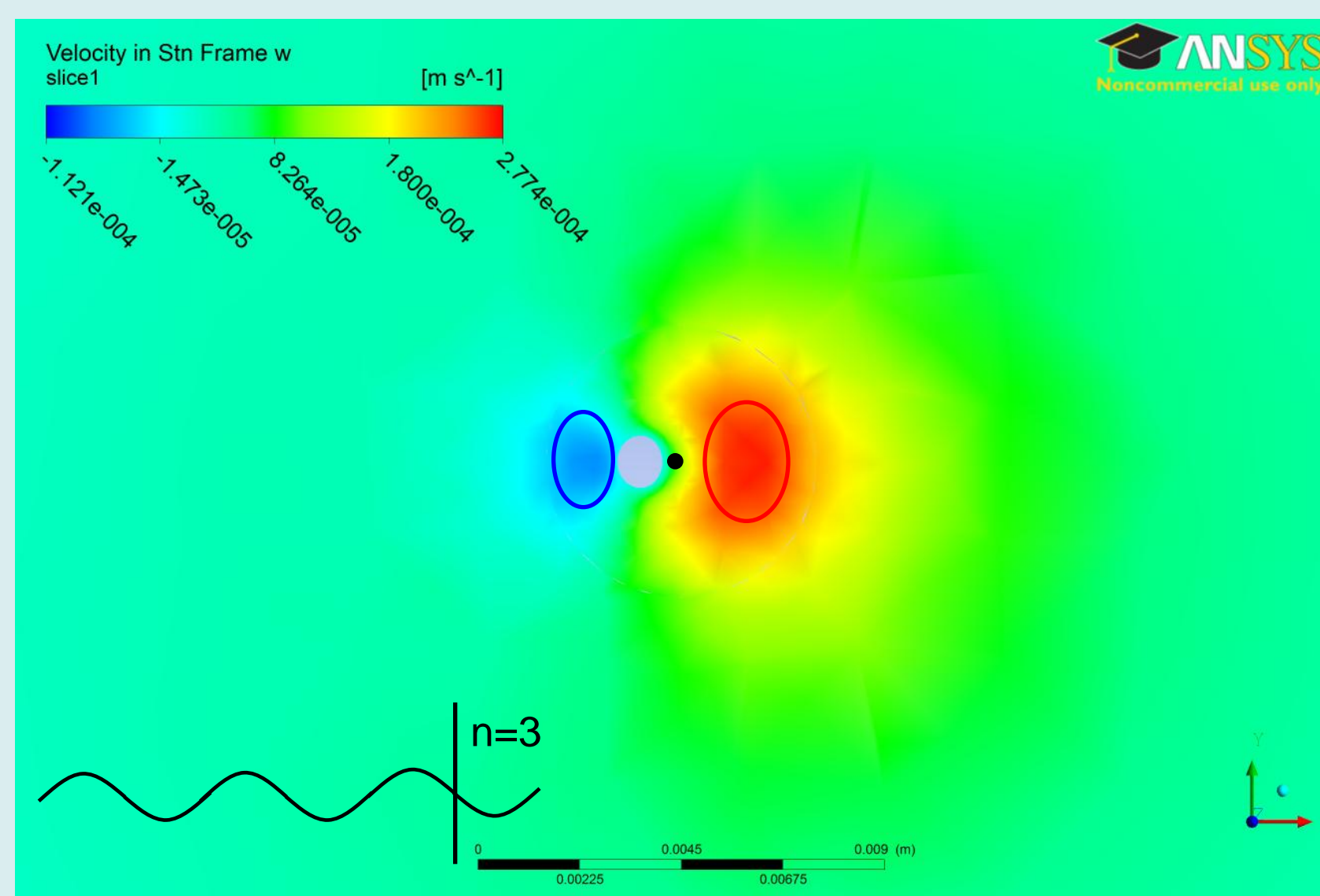
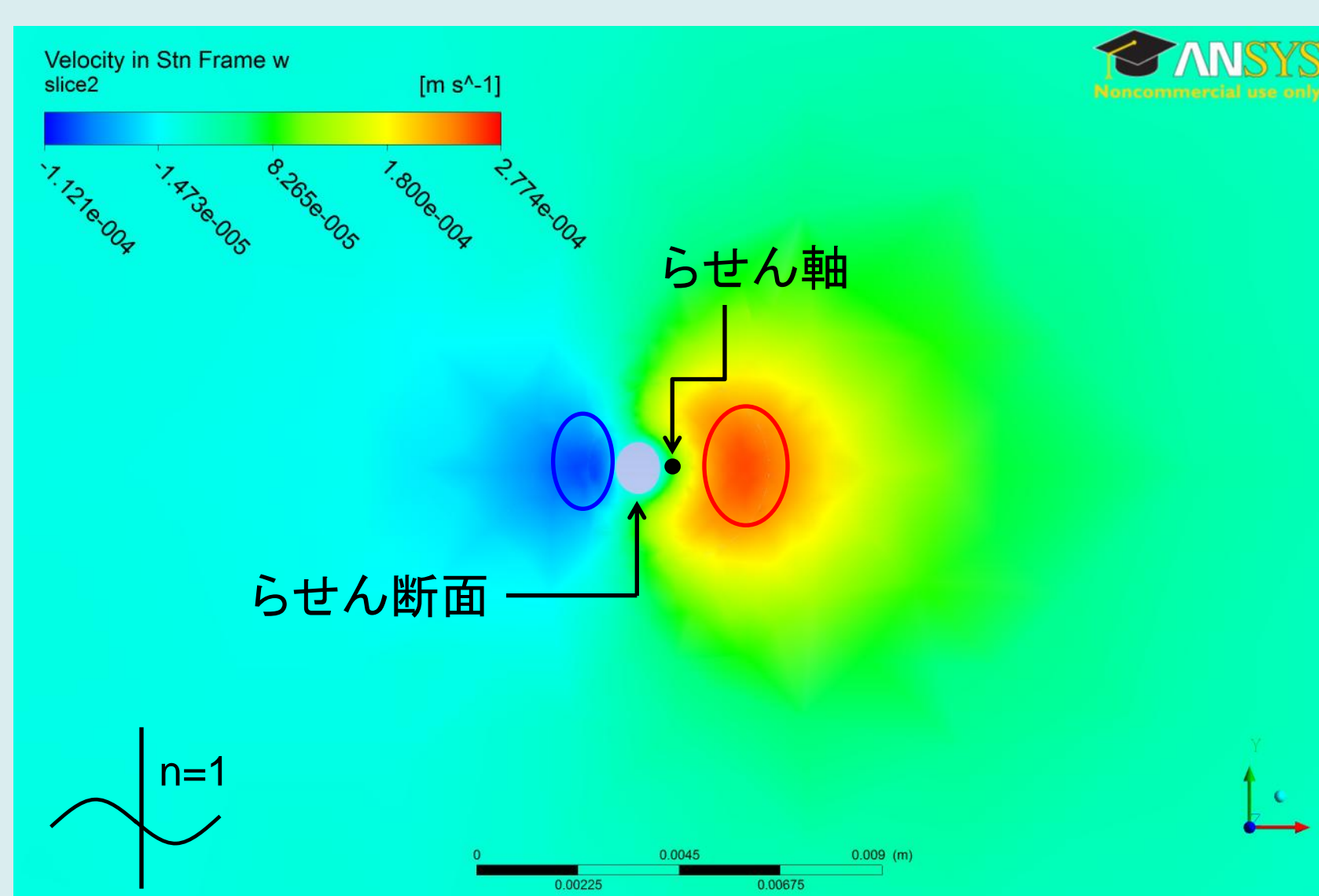
解析結果

Z軸方向の力F = 圧力の面積分値
+ せん断応力の面積分値

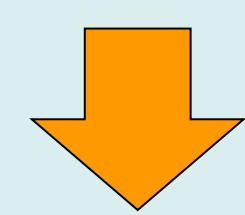


速度場の調査

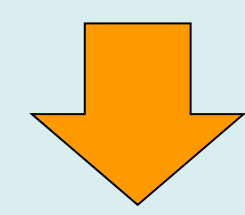
流速分布: 軸方向成分



巻き数の増加



推進方向の流速は遅くなる
推進方向逆の流速は速くなる

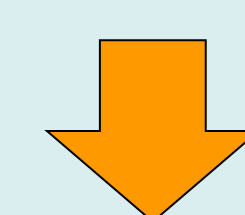


推進方向のせん断応力は弱くなる

推進力の一部

推進方向逆のせん断応力が強くなる

推進力の抵抗



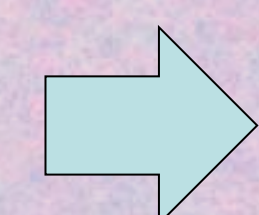
せん断応力が線形的に増加しない

結言

境界要素法 推進効率Fd/Tにおけるらせん型の最適形状 $n=1 \lambda/d=10 \beta=30^\circ$

有限要素法

巻き数が増加すると、推進力の一部となるせん断応力が減少
推進力の抵抗となるせん断応力が増加



力Fが線形的に増加しない