

仮想物体を操作できる ノコギリ型力覚表示システムの開発

○ 本間 達 若松秀俊

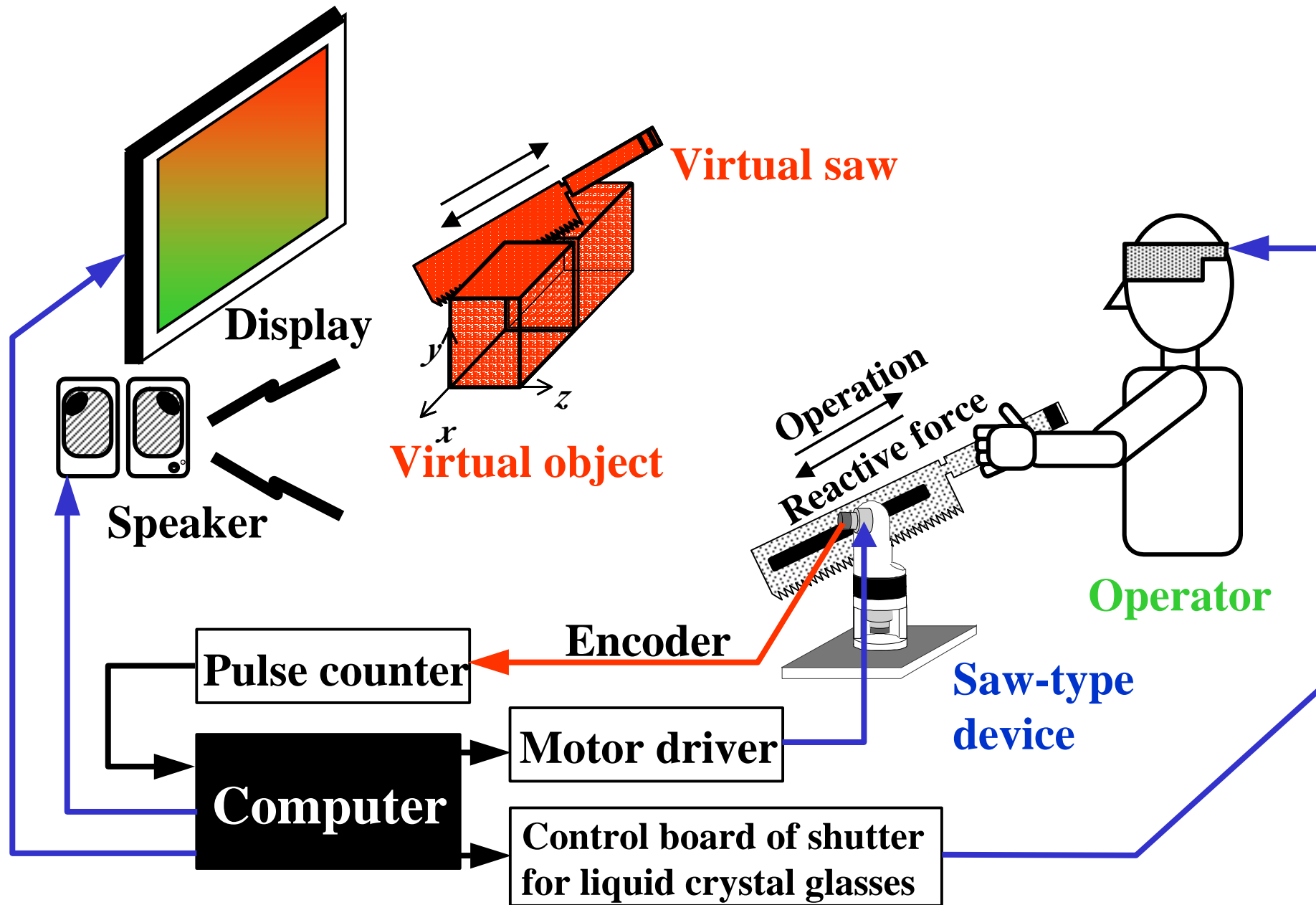
(東京医科歯科大学)

研究の背景

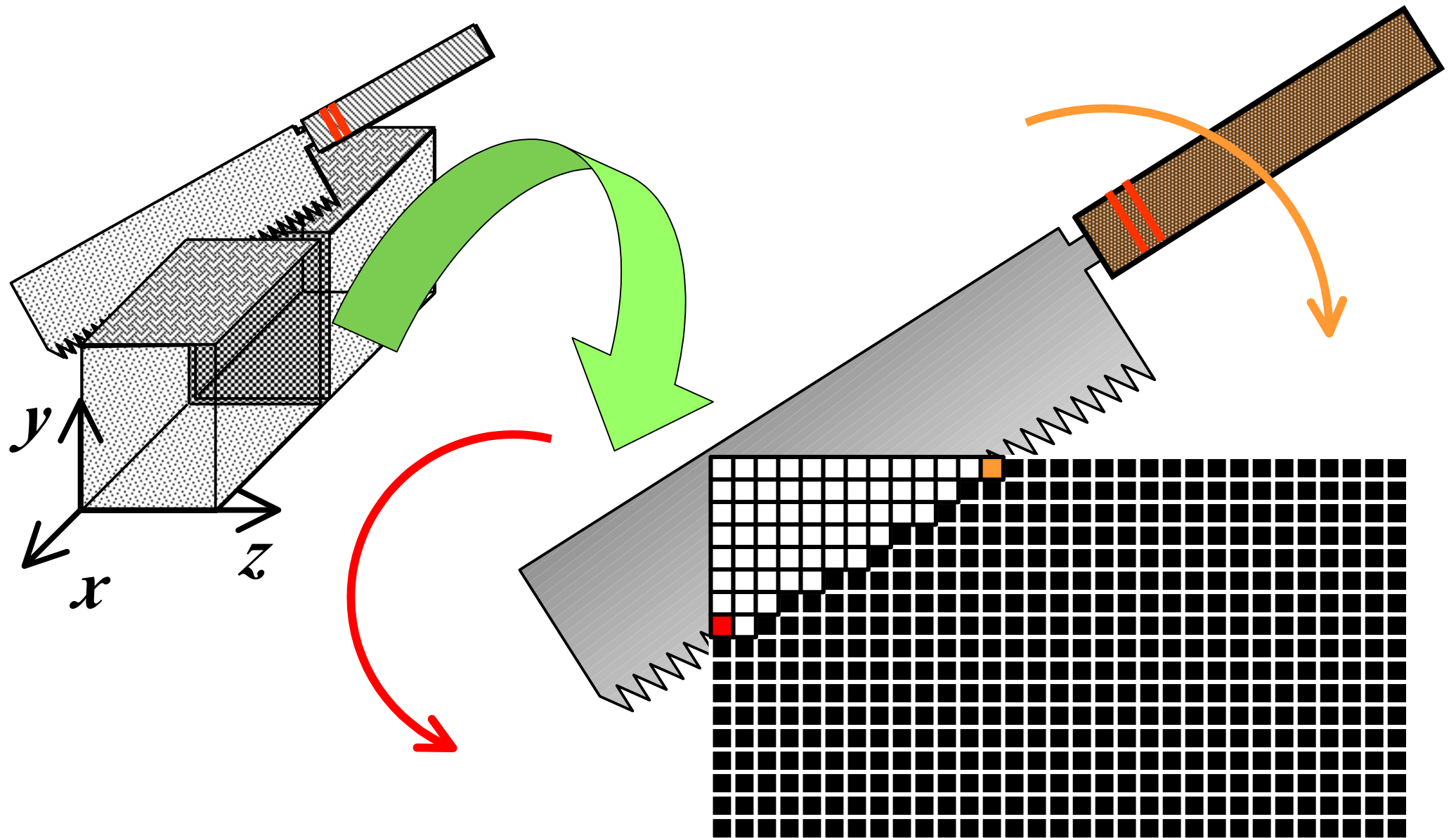
- ◆ハサミ型・ナイフ型フォースディスプレイシステムの開発
- ◆ハサミ・ナイフ・ノコギリによる切離時の抵抗力を表現する理論式の構築
- ◆粘弾性体モデルを用いた仮想物体の構築と破壊の表現

研究の目的

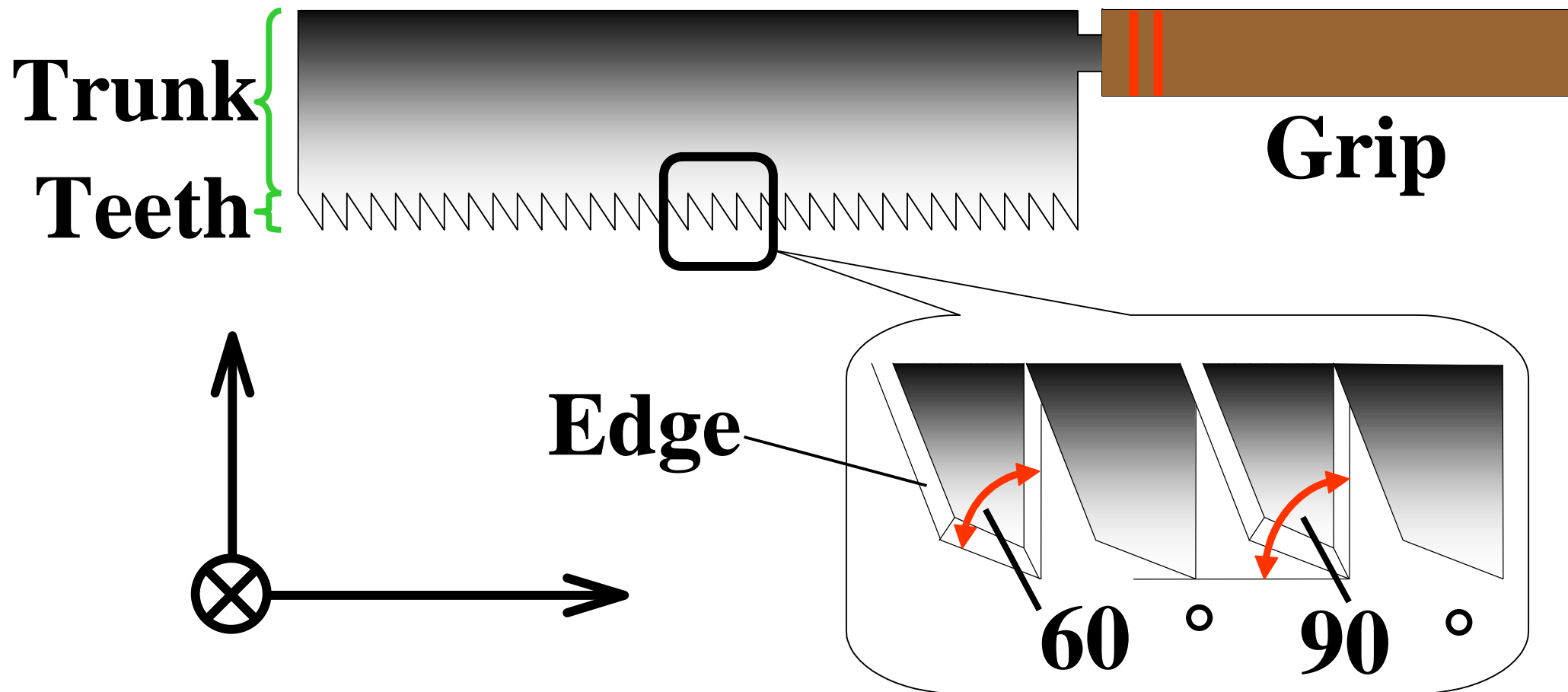
- ★ノコギリ型フォースディスプレイシステムの開発
- ★開発するシステム上での物体の物性値およびノコギリの特性を反映した切離抵抗力の表現
- ★リアルタイムでの物体の切離による変形の表現



ノコギリ型フォースディスプレイシステムの構成



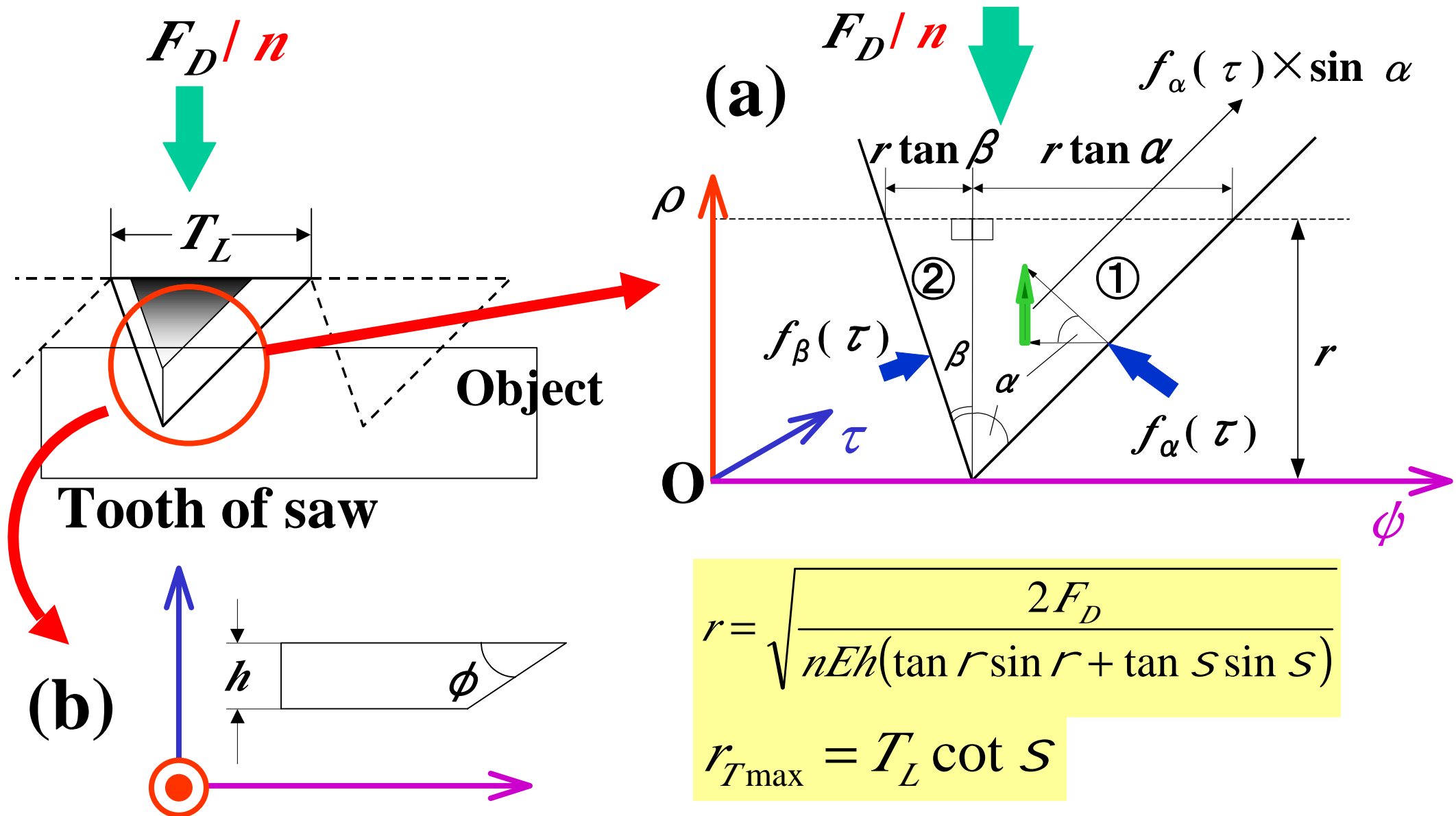
ノコギリによる物体の切離の表現と回転の中心の決定



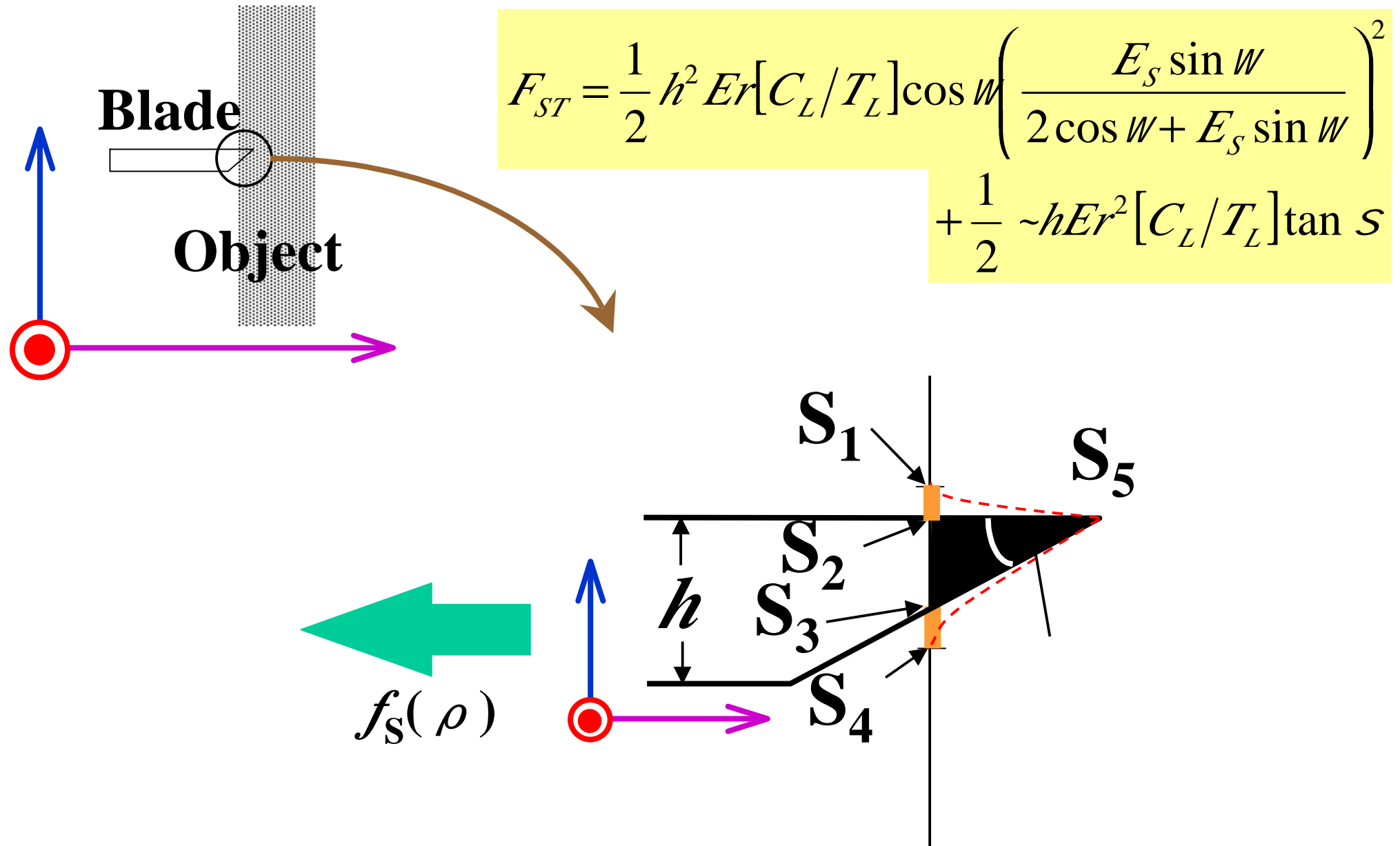
よこびきノコギリの詳細

ノコギリによる切離抵抗力の解析の手順

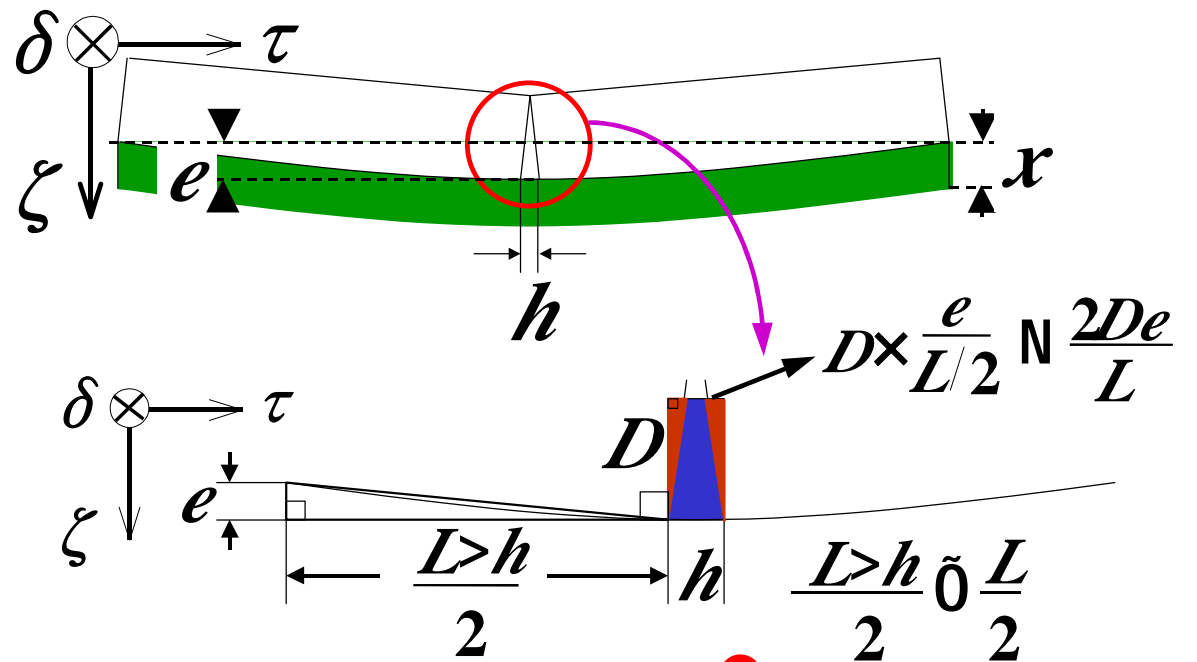
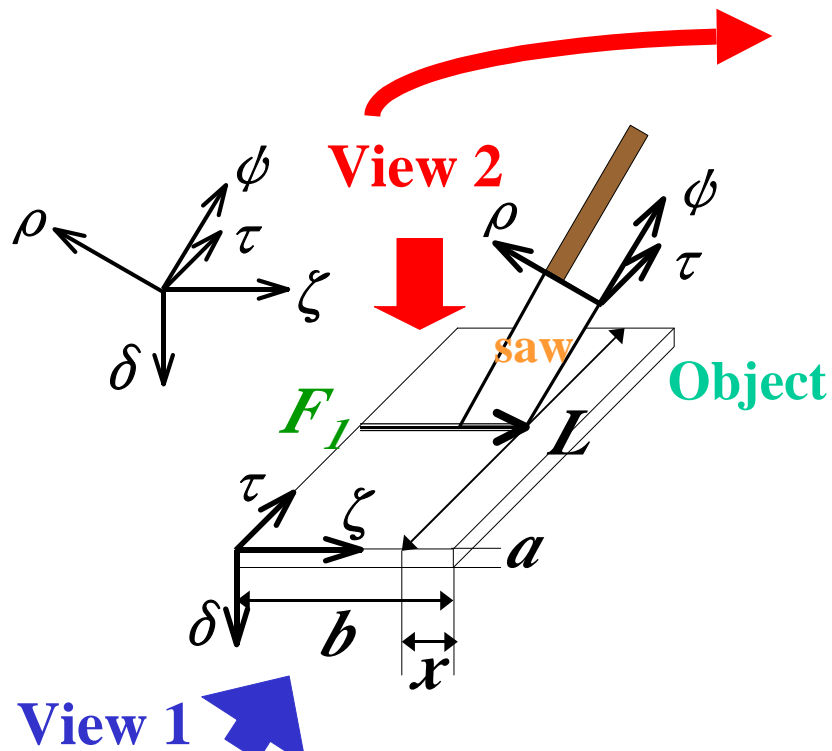
1. 歯を物体に押入した時の**深度**を求める
2. **歯の刃**による物体の**切離抵抗力**を求める
3. **胴**に加わる**摩擦力**について解析する
4. 1～3により得られた結果から**ノコギリ全体**に加わる切離抵抗力を計算する



押し込まれたノコギリの歯の様子



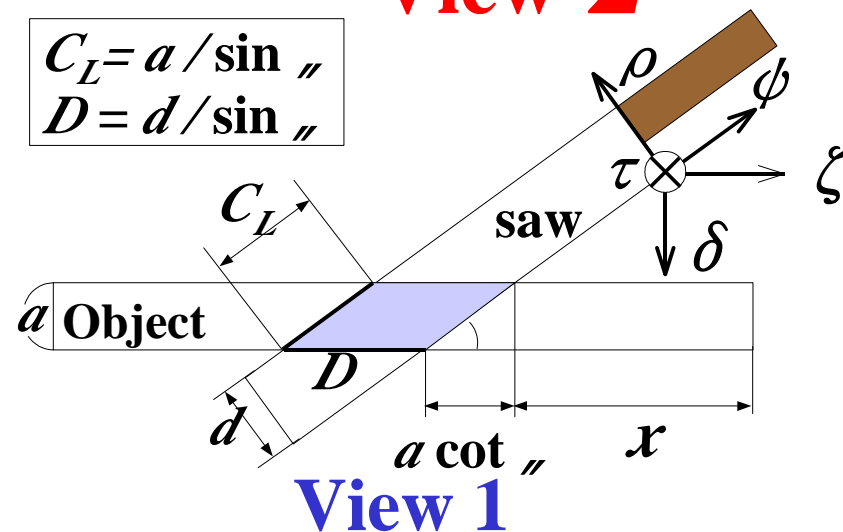
切離の瞬間の物体の変形



View 2

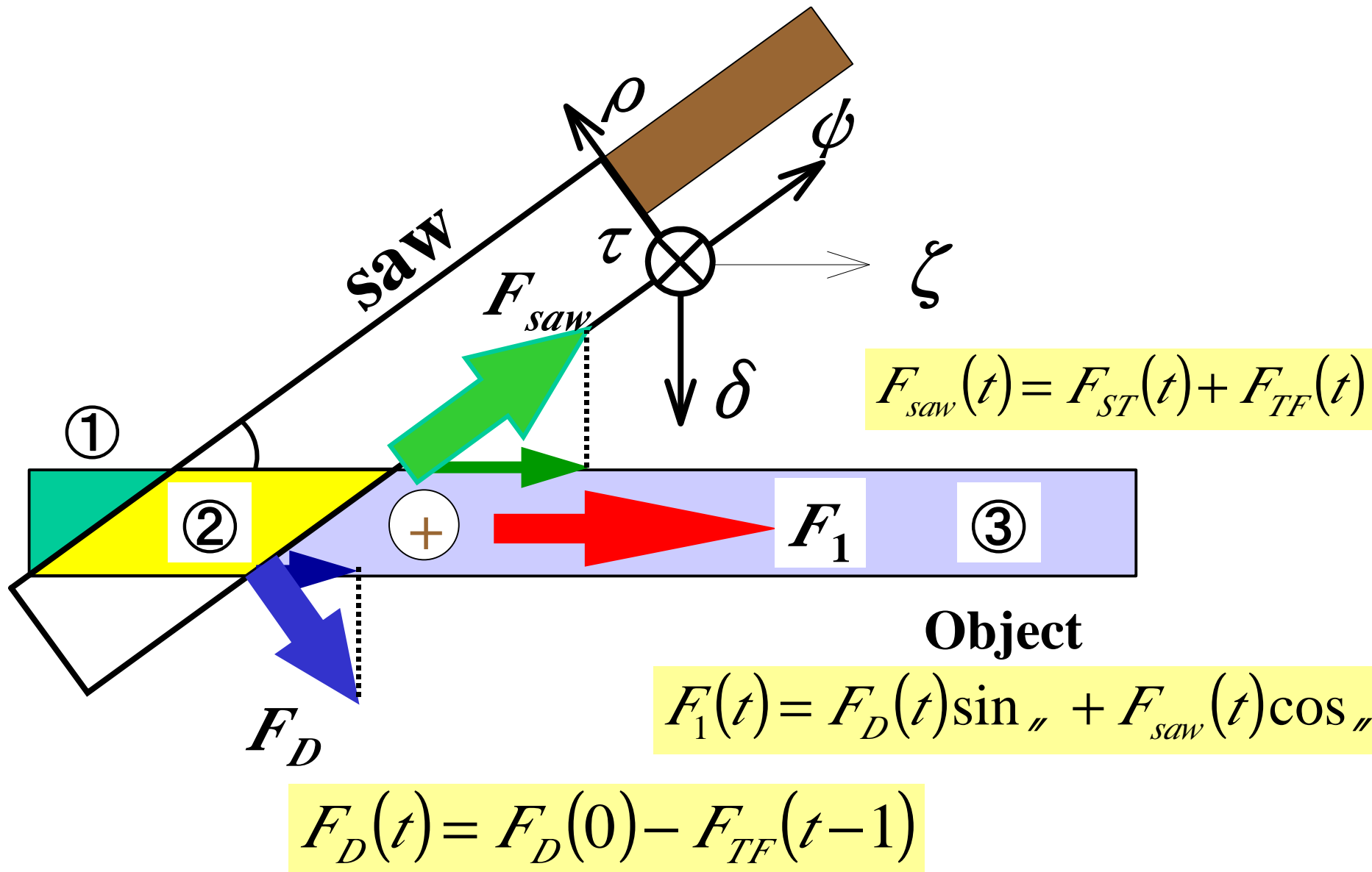
$$C_L = a / \sin \theta$$

$$D = d / \sin \theta$$

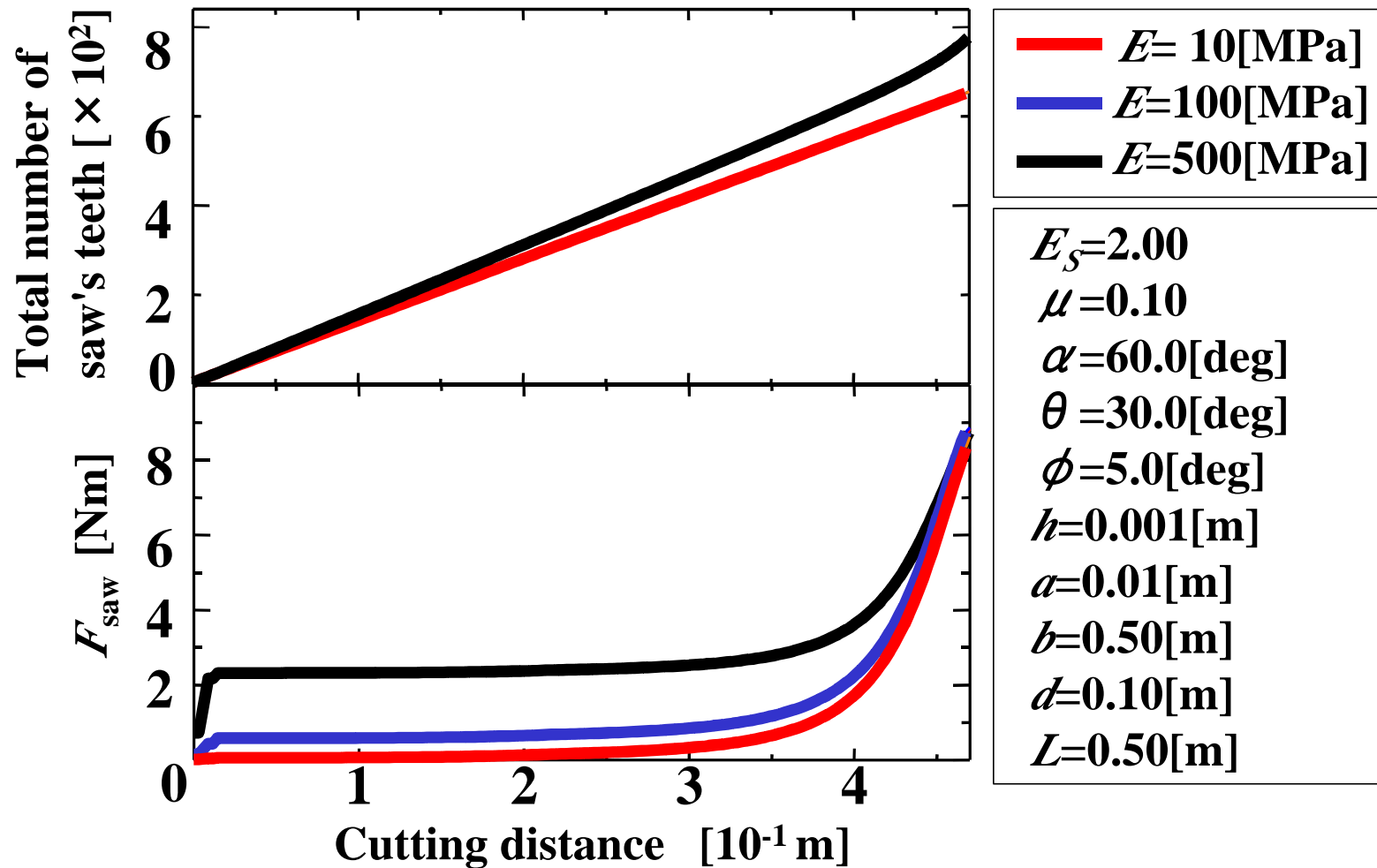


$$F_{TF} = \frac{\sim d^2 L^2 F_1 (2x + a \cot \theta)}{8x^2 (x + a \cot \theta)^2 \sin^2 \theta}$$

ノコギリの胴に加わる摩擦力の検討

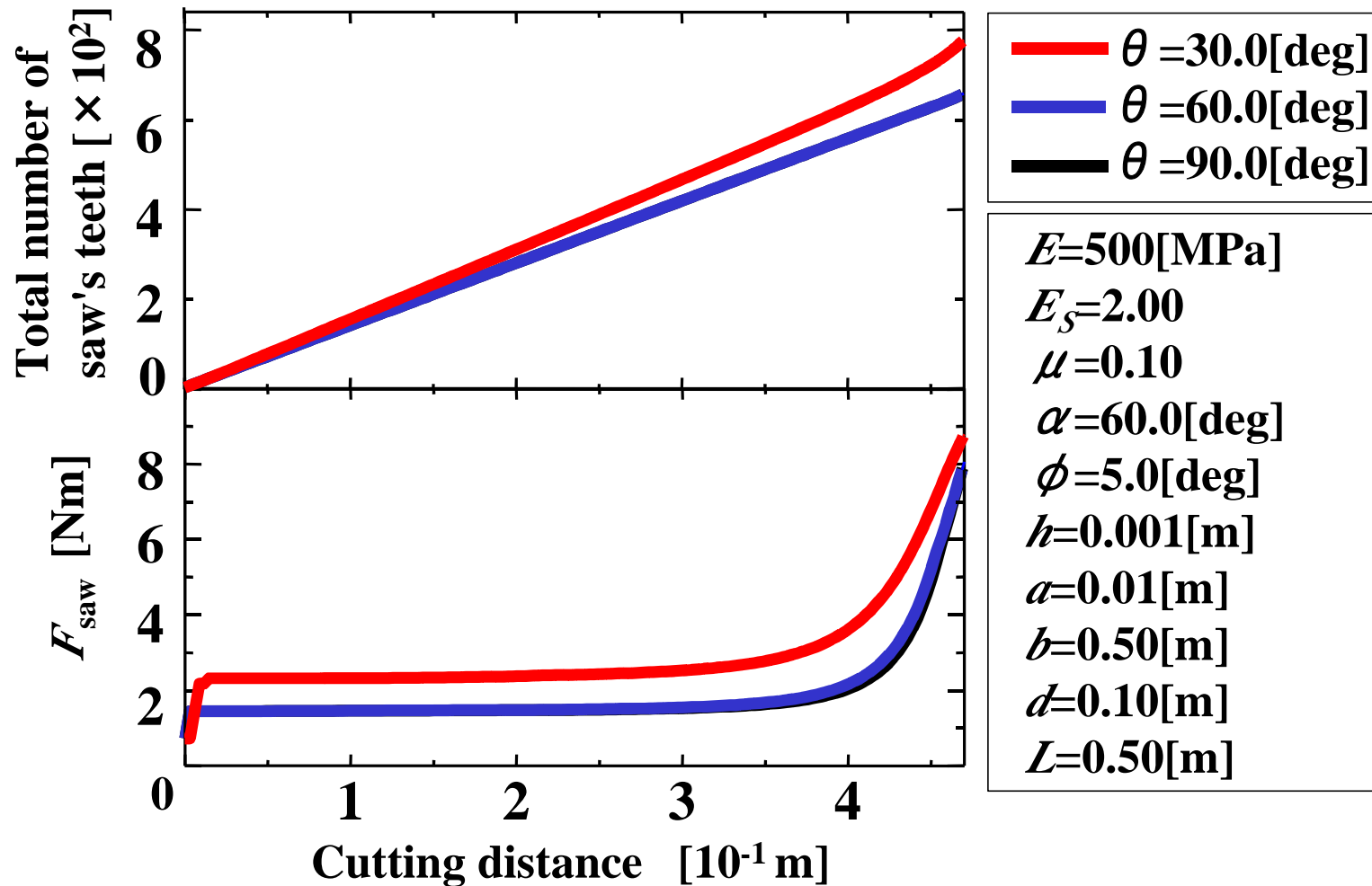


力の合成



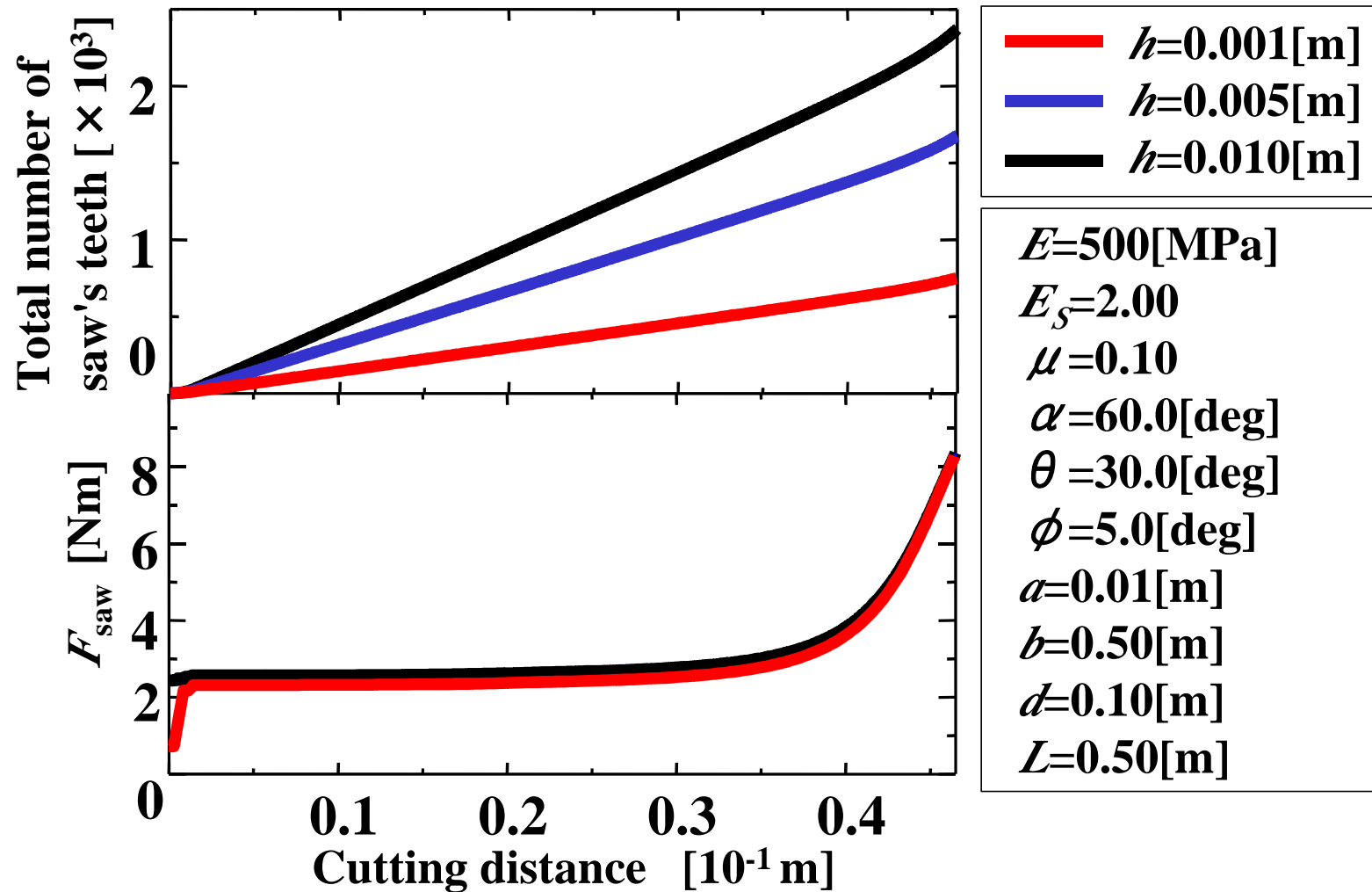
物体が硬くなるほど切離抵抗力は大きくなる

切離抵抗力のシミュレーションの結果①



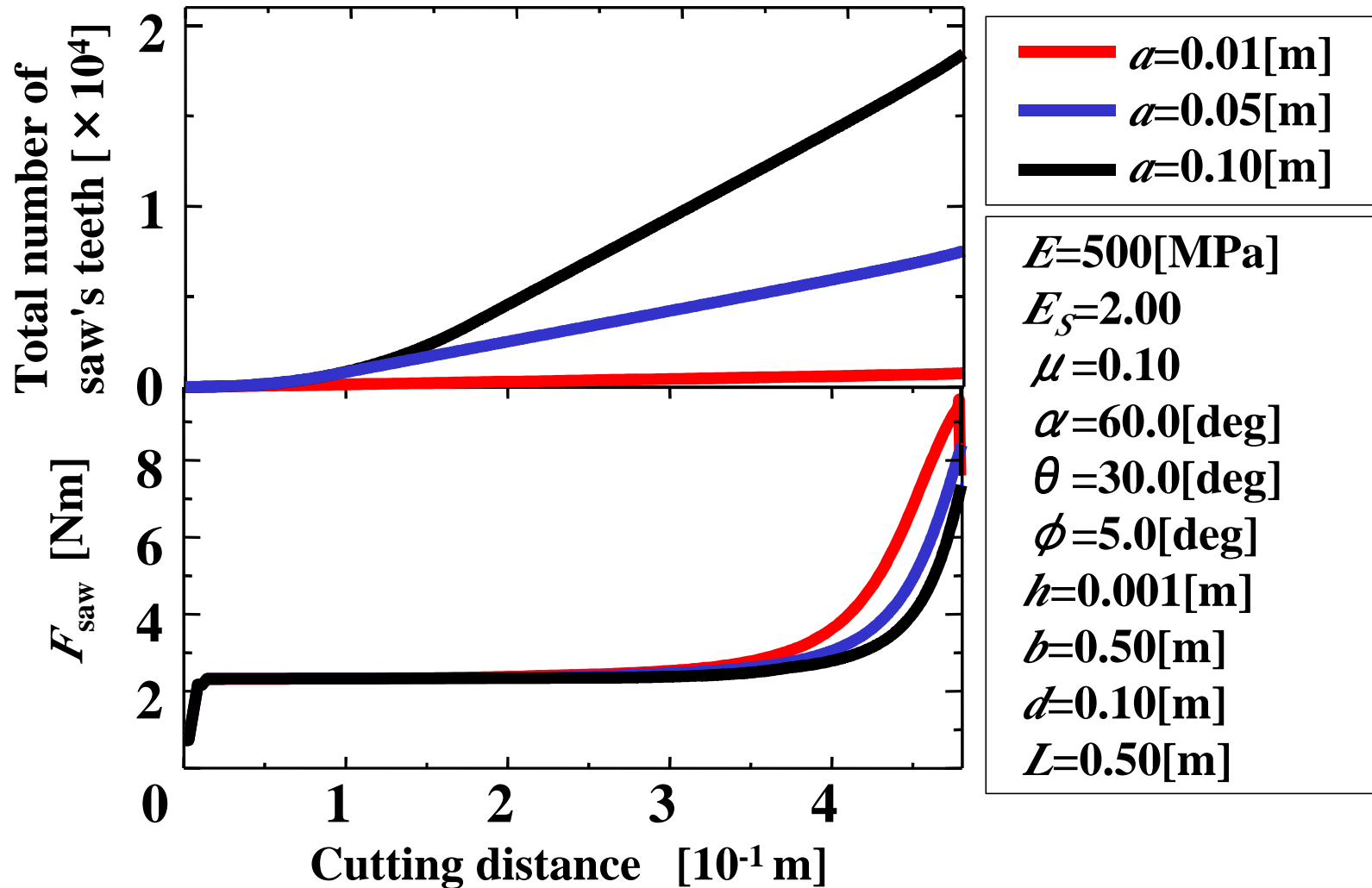
引込み角が小さくなるほど切離抵抗力は大きくなる

切離抵抗力のシミュレーションの結果②



ノコギリが肉厚になるほど切離抵抗力は大きくなり
 切離に要する延べ総歯数は大きくなる

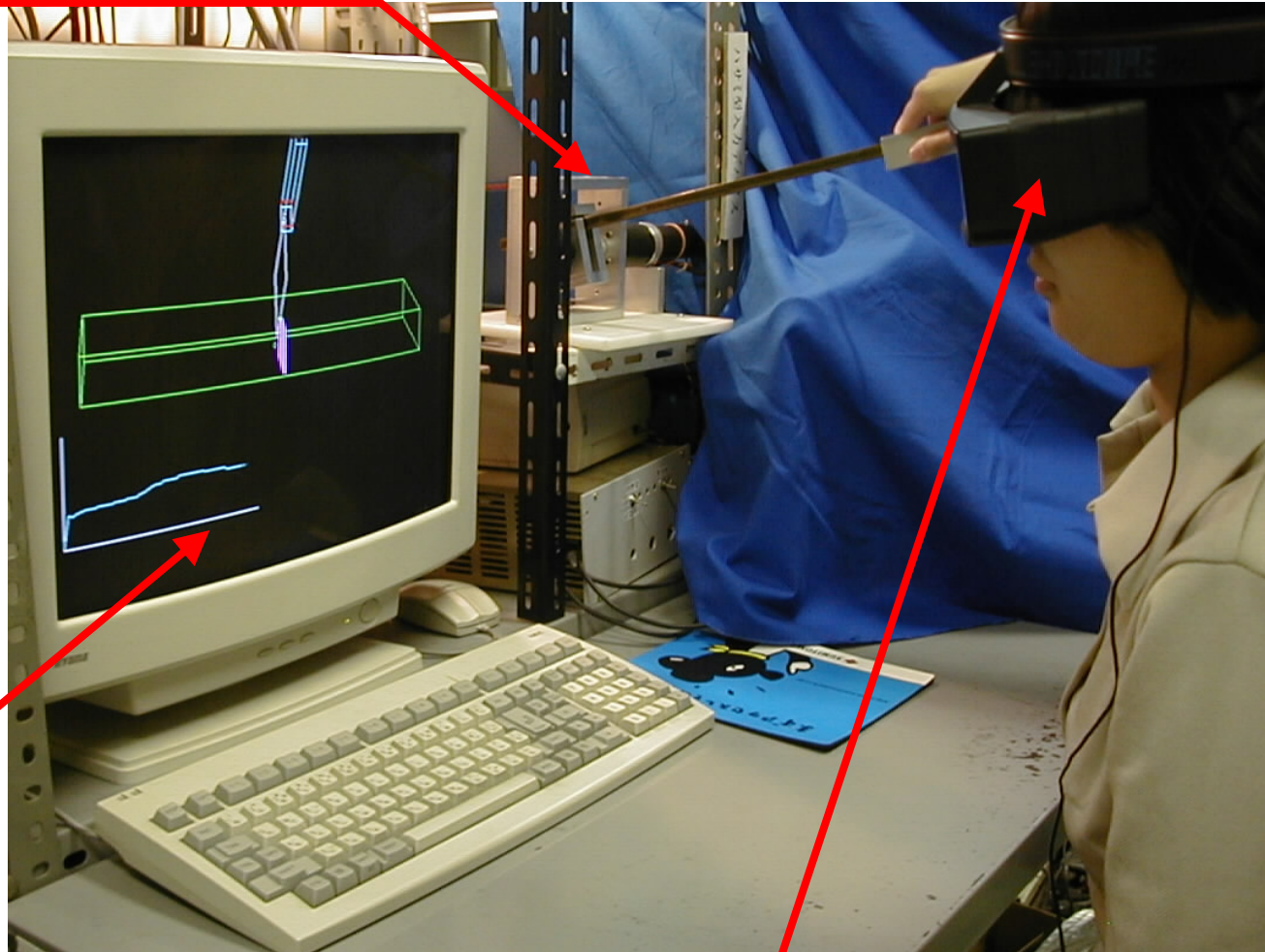
切離抵抗力のシミュレーションの結果③



物体の厚さによらず切離抵抗力は一定であるが
切離に要する延べ総歯数は大きくなる。

切離抵抗力のシミュレーションの結果④

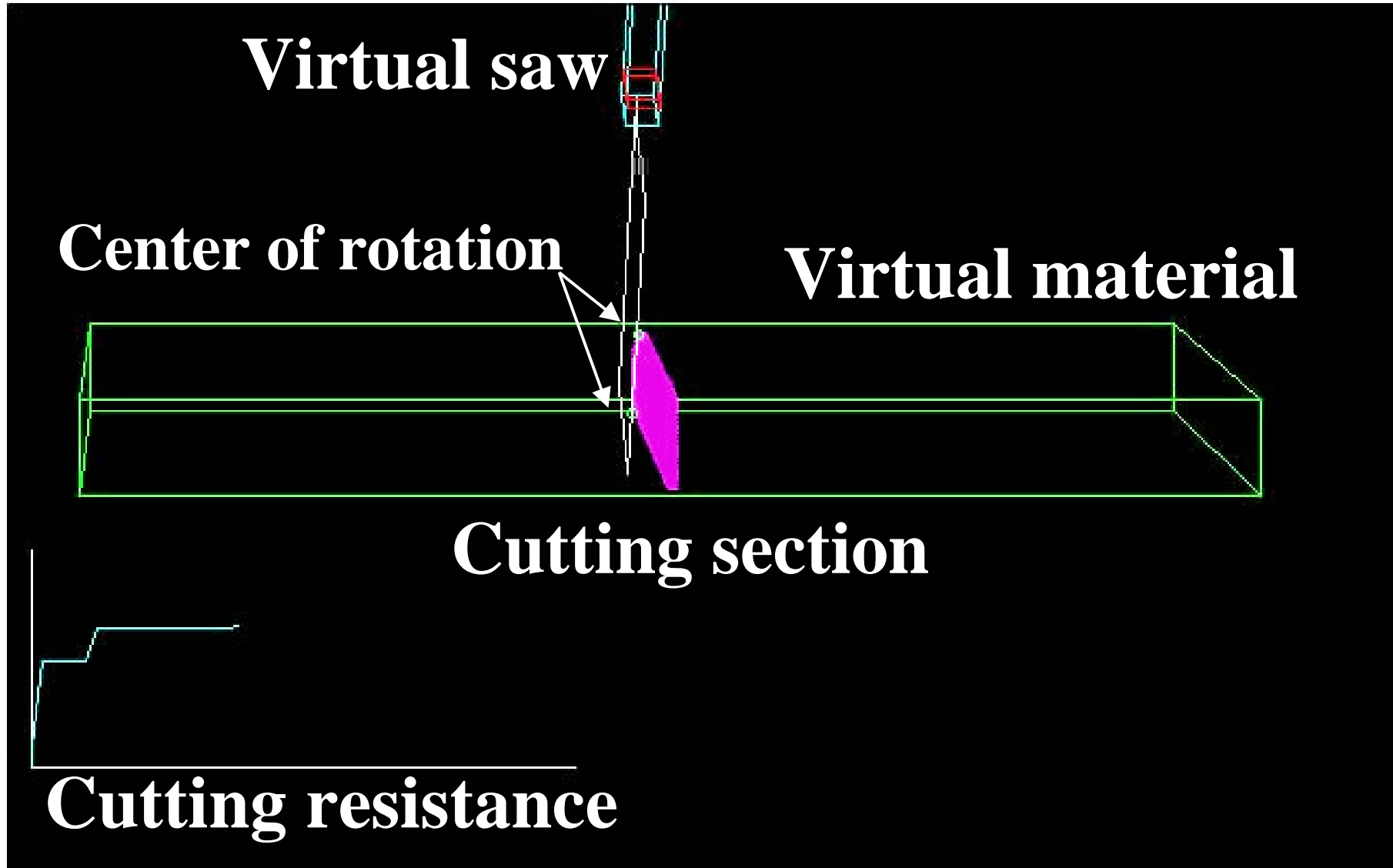
Saw-type device



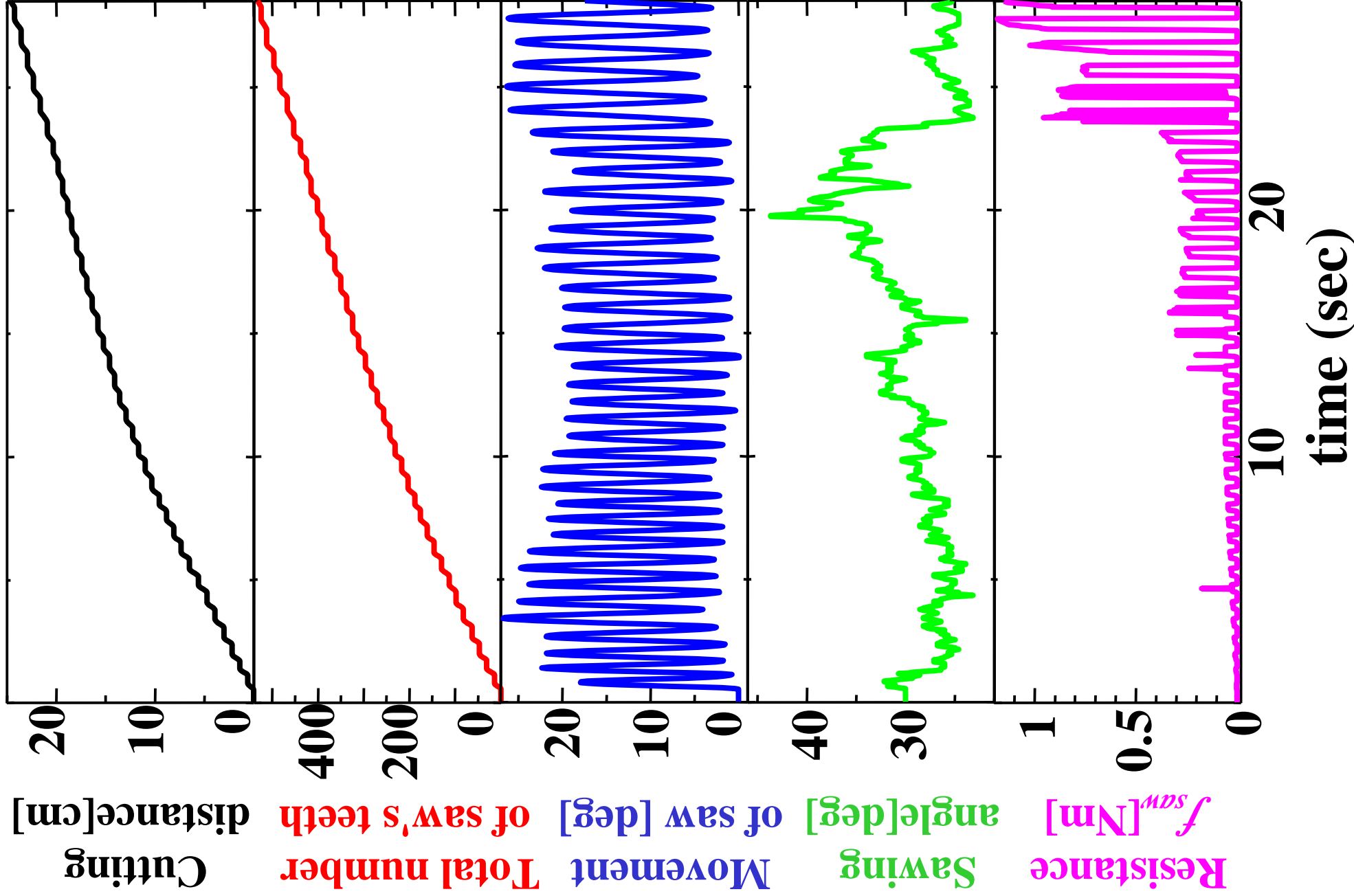
Display

Liquid crystal glasses

ノコギリ型フォースディスプレイシステムの実験風景



仮想物体の切離



開発したシステムの実験データ

まとめ

- 仮想物体の物性値およびノコギリに与えた特性を反映した切離抵抗力を表現した
- 物体の切離による変形をリアルタイムで表現した
- ノコギリ型フォースディスプレイシステムを開発した

本間達，若松秀俊

**仮想物体を操作できる
ノコギリ型力覚表示システムの開発**

HI学会VR研究会,2000年6月

ヒューマンインターフェース学会研究報告集

Vol.2 No.2 , pp.1-2