

研究テーマをどのように見つけるか

平井 慎一

ロボティクス学科 教授

IEEE Transactions on Robotics, Associate Editor

プロフィール

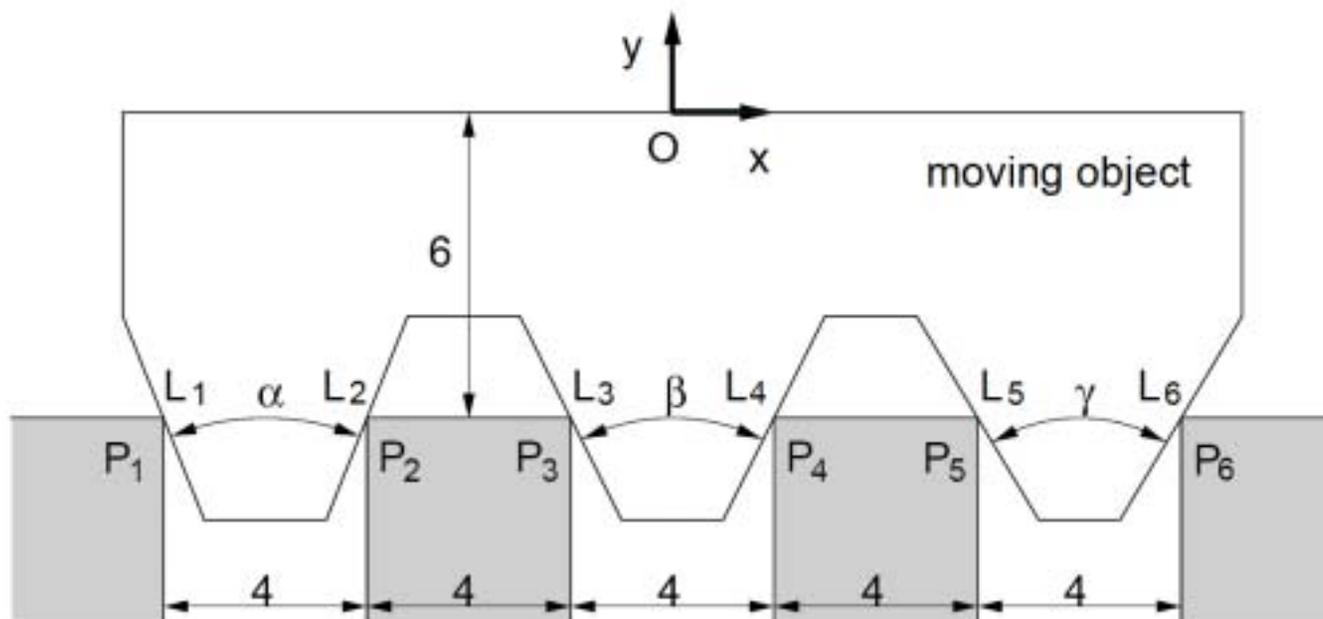
- 1985 Dept. Applied Math. and Physics
- 1986 ロボット工学の研究に参加
エアコンの組立 産学協同のはしり
- 1991 学位
次に何を研究するか
- 1996 立命館大学ロボティクス学科の設立
- 2001 COEプログラムに参加

エアコンの組立

- 1980年 ロボット元年
溶接, マテリアルハンドリング, 挿入
- 組立への応用(電機, 自動車)
人手に頼る部分が多い
- CADモデルの発展
三次元幾何モデルが研究開発段階
- ロボットによる組立?

The First Meeting at 1986

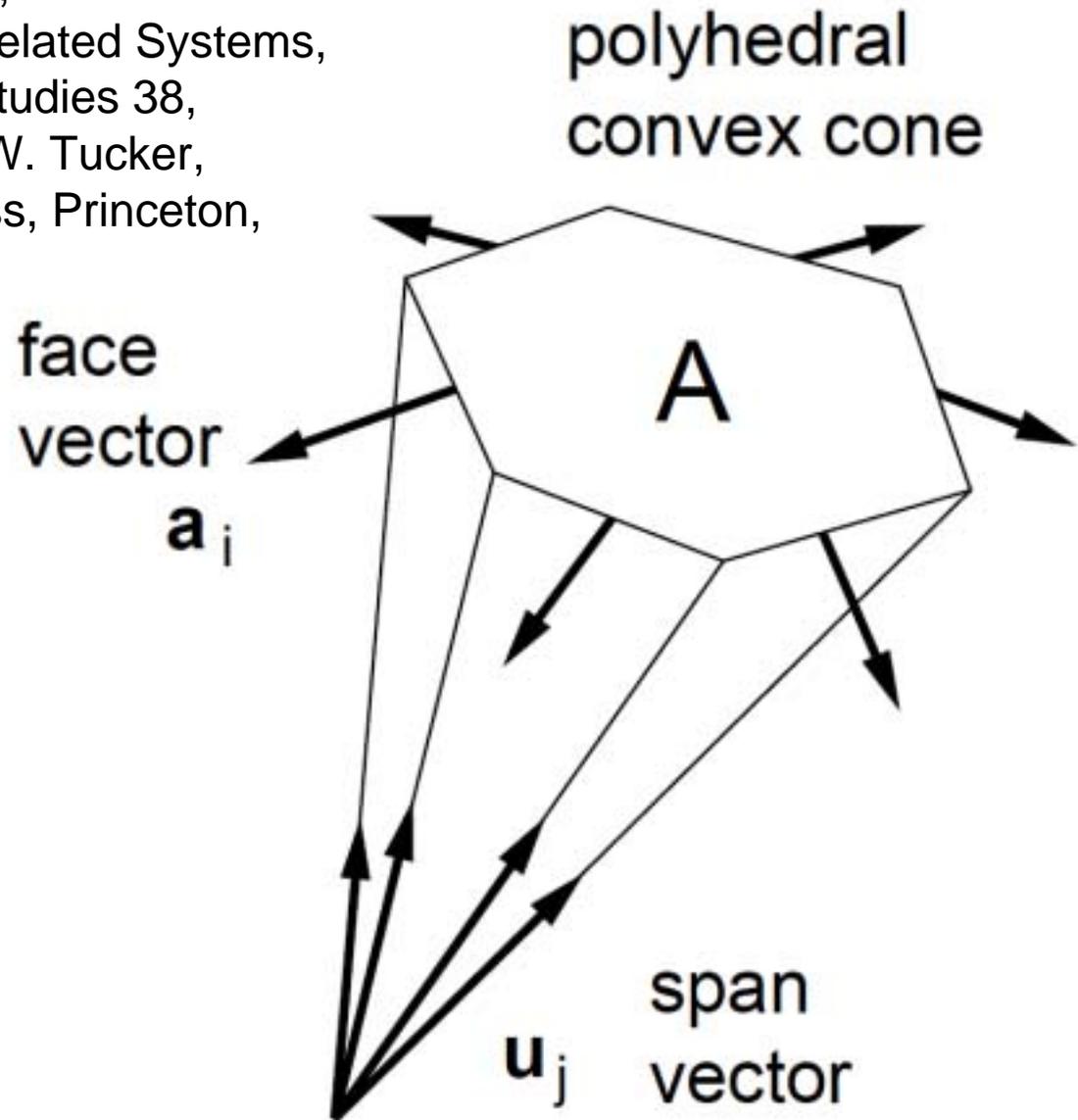
- ロボット工学(1986年)の研究には二つの流れがある.
- 一つはマニピュレータの研究で, これまでも研究が成されており, これからも重要.
- もう一つのテーマは, マニピュレーションの研究. こちらはほとんど研究が成されていないが, これから5年後には重要なテーマになる. もし, 博士課程に進むつもりならこちらを勧める.



組立の運動学・力学モデル

- 片側拘束 unidirectional constraints
- 不等式 inequalities
- 数学モデルの確立
 - 凸多面錐 Polyhedral Convex Cones
 - 数学ハンドブックで発見
- 具体的な問題 理論体系の構築
- 抽象的な数学理論を具体的な問題に適用

Goldman, A. J. and Tucker, A. W.,
Polyhedral convex cones,
Linear Inequalities and Related Systems,
Annals of Mathematics Studies 38,
eds. H. W. Kuhn and A. W. Tucker,
Princeton University Press, Princeton,
pp.19-39, 1956



経験したこと

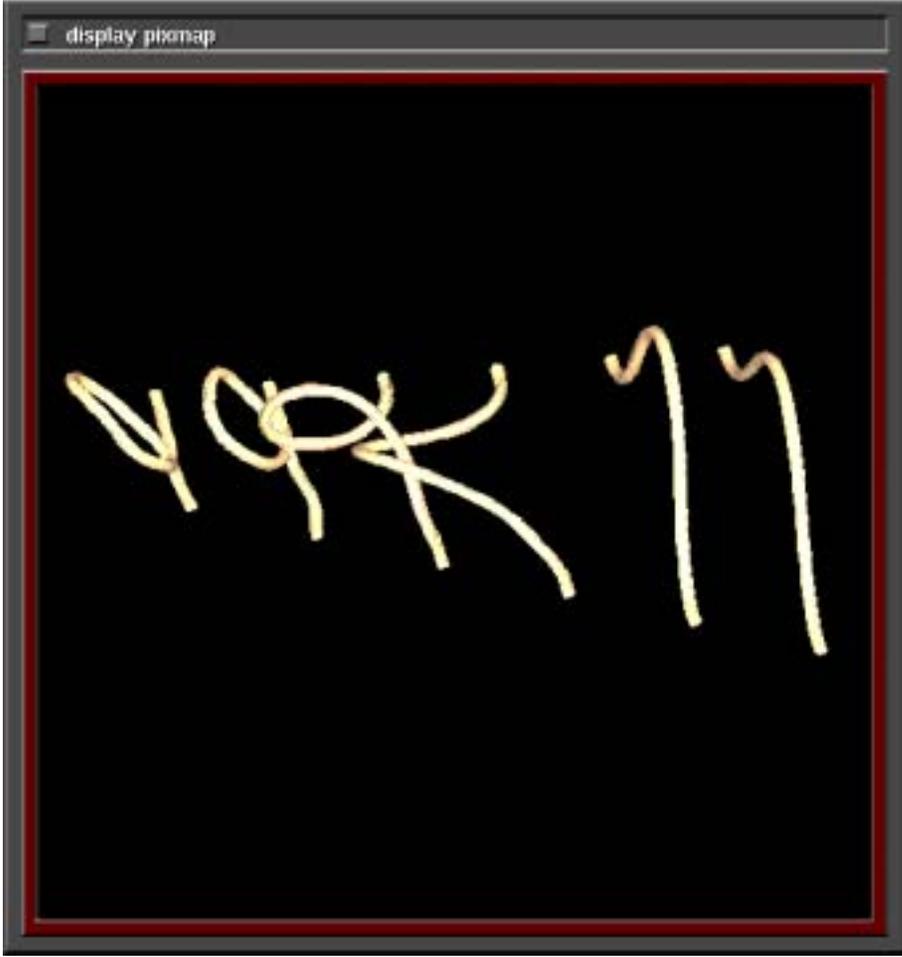
- 産学協同を自然に始めた
- 具体的な問題から始める
- 1987年ごろの発表
 - 否定的な反応(これはロボット工学の研究ですか?)
 - 初めての肯定的な反応 Dr. R. Taylor
- 1992年頃には研究者が増えた
 - 引用してくれる 評価が高まる

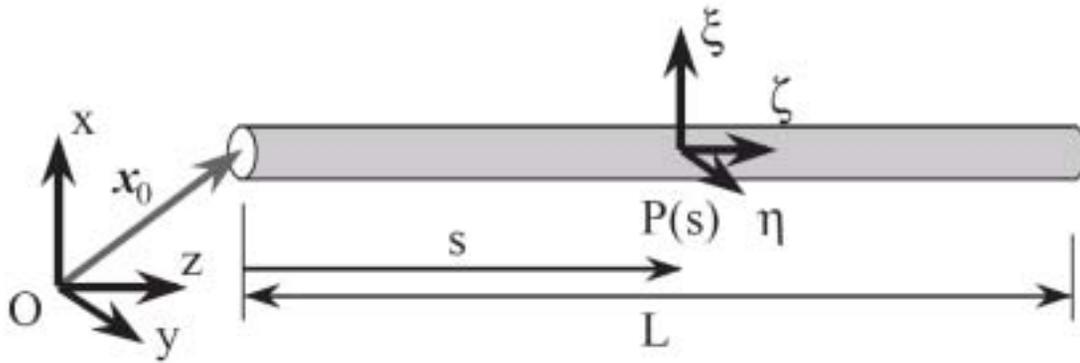
次に何を研究するか

- ある研究課題が進まなくなったら、違う角度から研究を進めると、思いがけない突破口が開く可能性がある。
- 研究テーマを選ぶときは、これまでの研究から少し離れたところを選ぶと良い。
- これまでは剛体、それでは次は柔軟体。

柔軟物操作

- 剛体: 三次元幾何モデル
- 柔軟物: FEモデル
 - 計算量が多い
 - 大変形に弱い
 - 手続き的モデル(解析に不向き)
- 新しいモデリングの手法を確立しよう.
 - 微分幾何座標

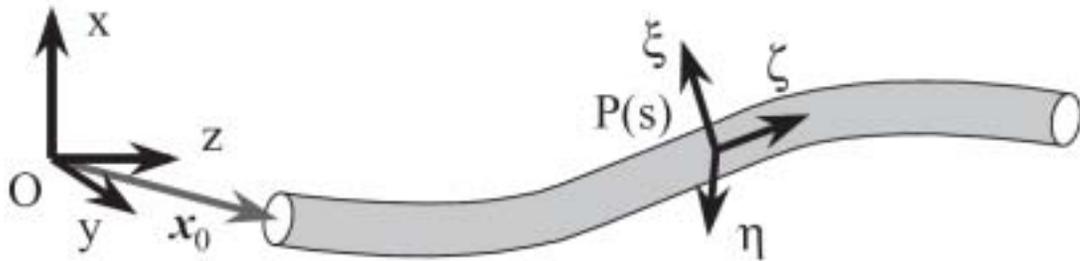




(a) natural state

Frenet-Serret: any curved line can be specified uniquely by two functions.

Cosserat theory: 6 functions

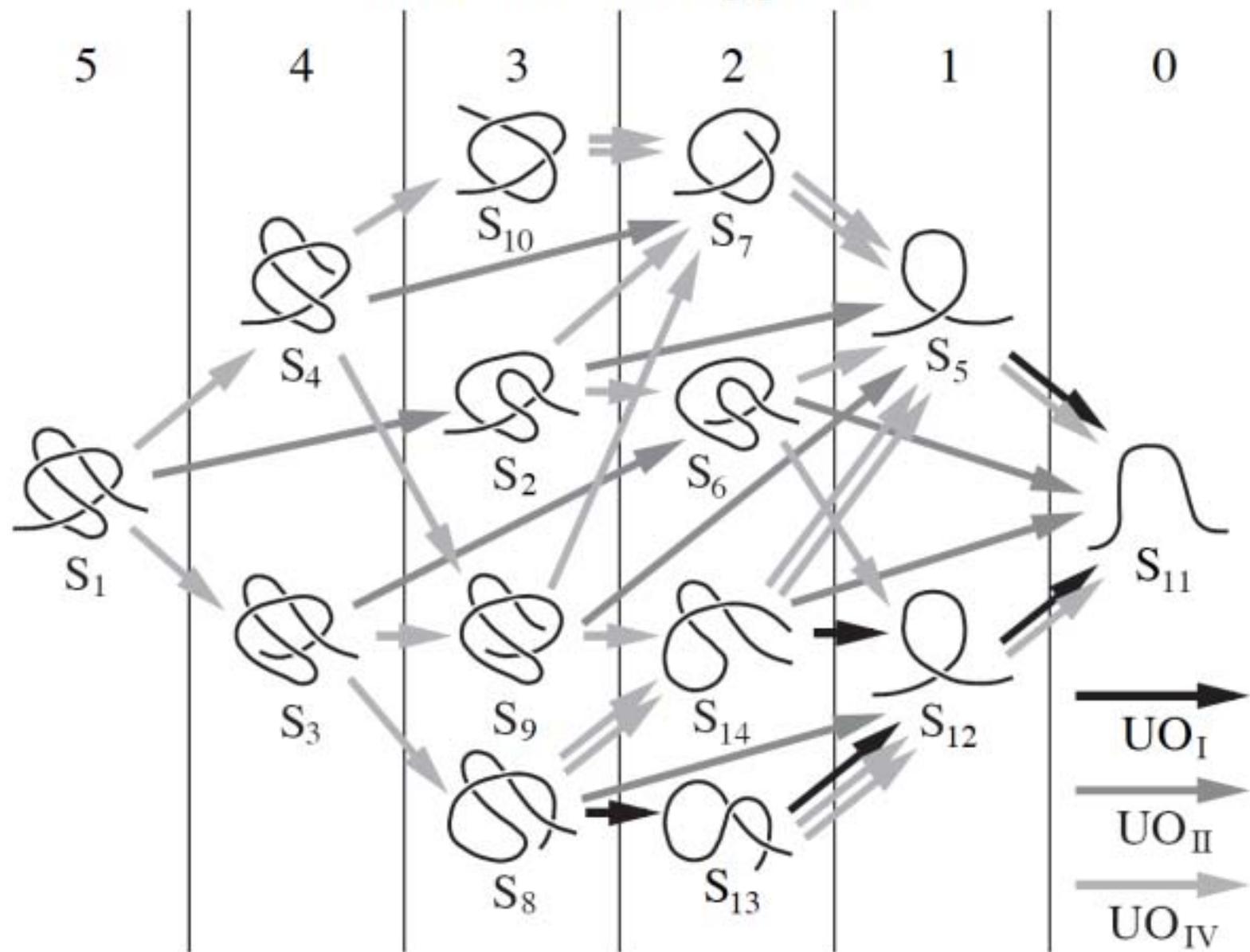


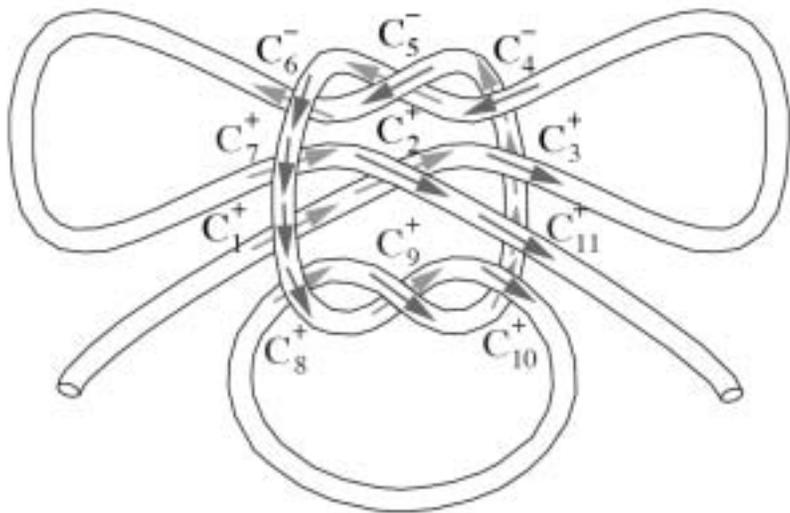
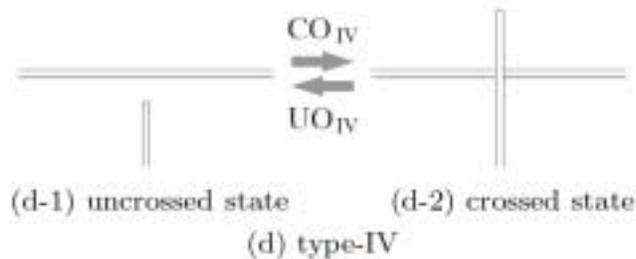
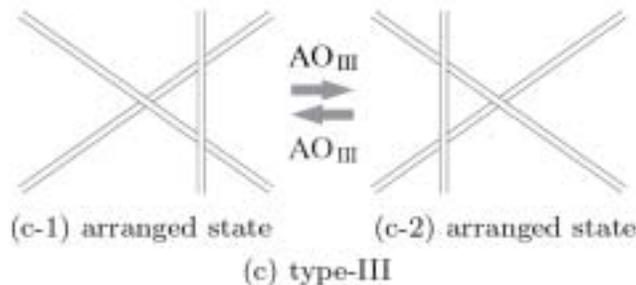
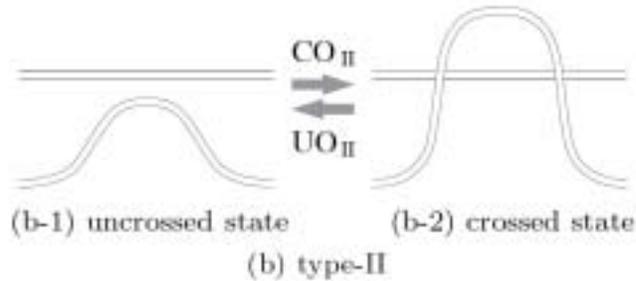
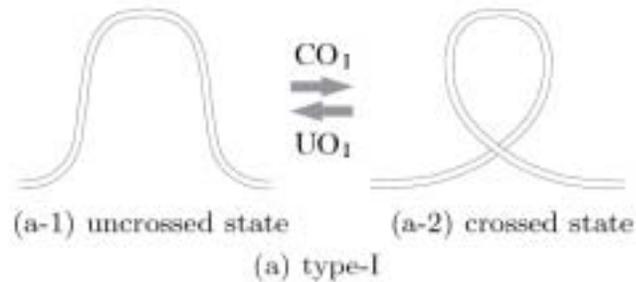
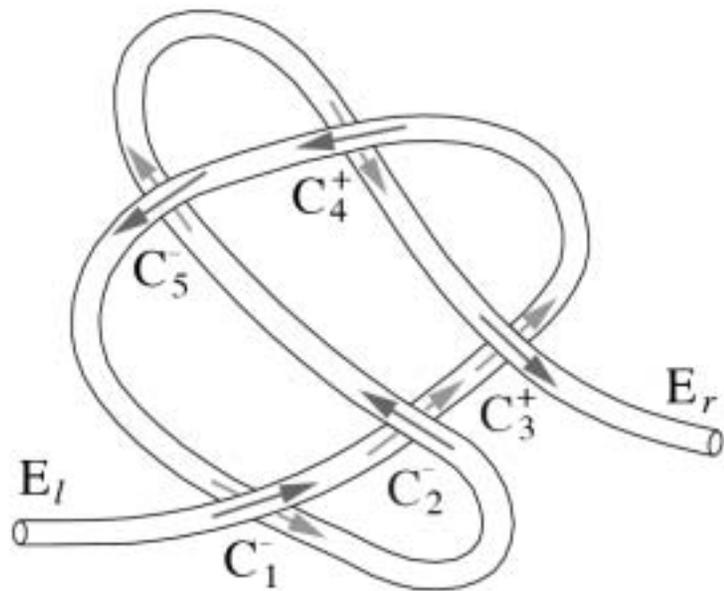
(b) deformed state

$$\kappa^2 = \omega_\eta^2 + \omega_\zeta^2 = \left(\frac{d\phi}{ds} \sin \theta \right)^2 + \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2,$$

$$\omega^2 = \omega_\xi^2 = \left(\frac{d\phi}{ds} \cos \theta + \frac{d\psi}{ds} \right)^2.$$

number of crossing points





Reidemeister move type-I, type-II and type-III in knot theory

経験したこと

- 否定的な反応 (特にモデリング)
 そんなのFEMでできるでしょう
 モデルを作る意味があるのですか
- 初めての肯定的な反応
 1994 IEEE Int. Conf. Robotics and
 Automation
- 2000年ごろFEMを学習し、否定的な反応に
 反駁できるようになった

柔軟指操作

- 柔軟物操作

指先 硬い

対象物 柔らかい

- 柔軟指操作

指先 柔らかい

対象物 硬い

Background

Arimoto et al.

DOF : index of dexterity

stable grasping

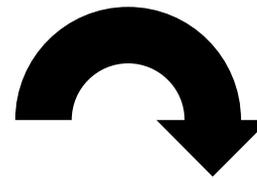
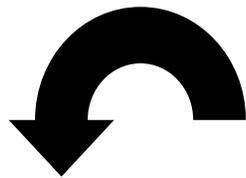
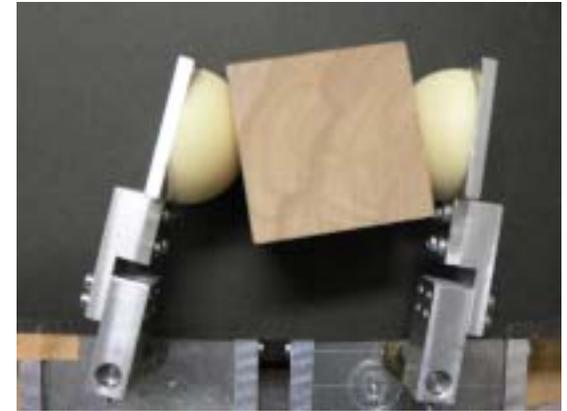
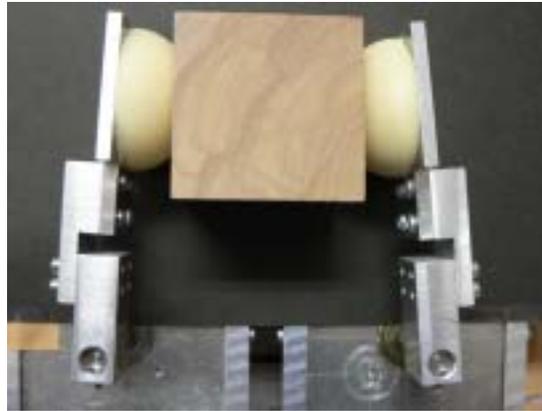
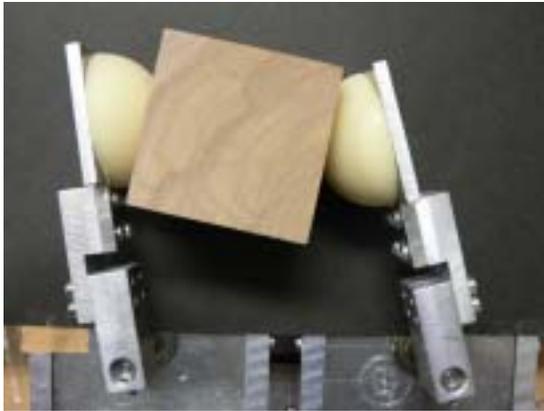
**A pair of 1-DOF
fingers (2DOF)**

**stable grasping &
posture control**

**1 DOF and 2-DOF
fingers (3DOF)**

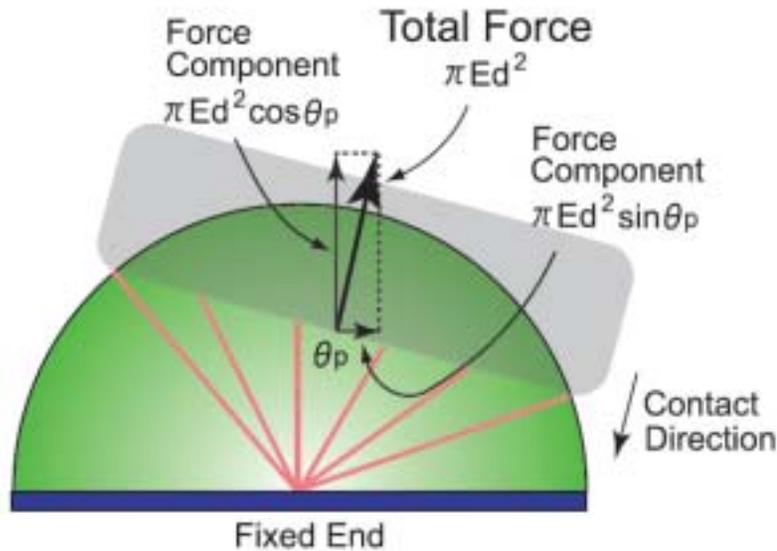
Observations

rotate two fingertips in the same direction



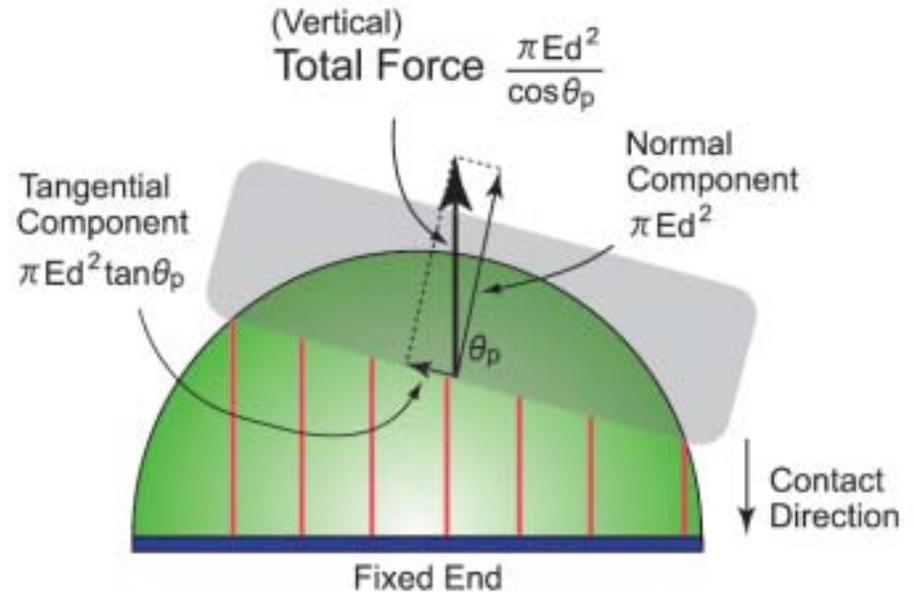
Can control object posture

Modeling (summary)



Radial model

$$F_{\text{radial}} = \pi E d^2$$



Parallel model

$$F_{\text{perp}} = \frac{\pi E d^2}{\cos \theta_p}$$

depends on object posture θ_p

経験したこと

- 否定的な反応

たった二自由度で何が面白いの？

多指ハンドがあるじゃない

- 肯定的な反応

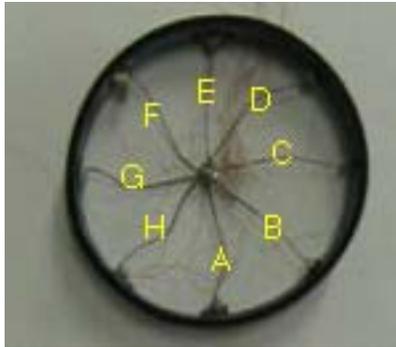
2005 ICRA Best Manipulation Finalist

2006 ICRA Best Manipulation Finalist

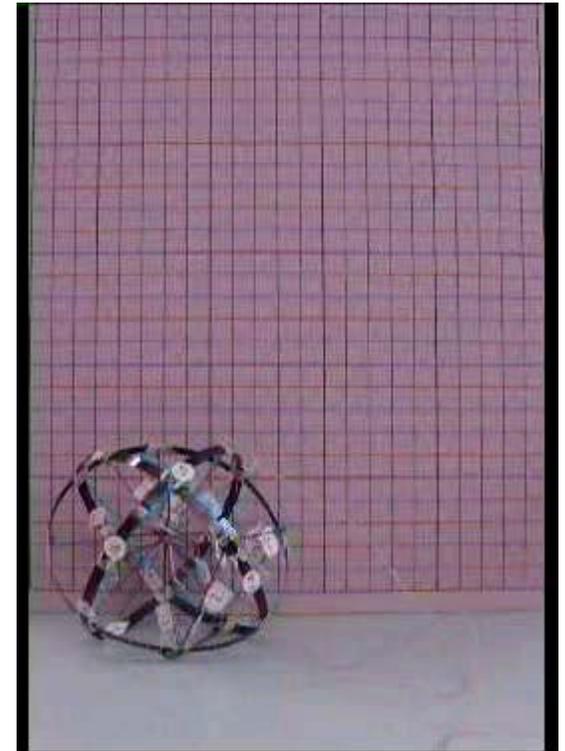
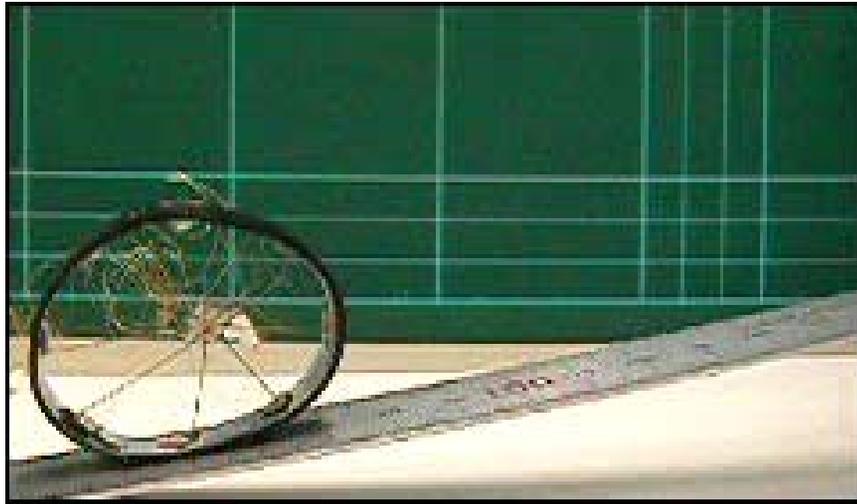
発想

- 跳躍移動ソフトロボット
柔らかなロボット
ホッピングアイから跳躍を着想 (M1)
- 振動駆動無拘束ポペット弁
小型の空気圧弁
マナーモードの携帯電話が机の上を滑ることから原理を着想 (M1)

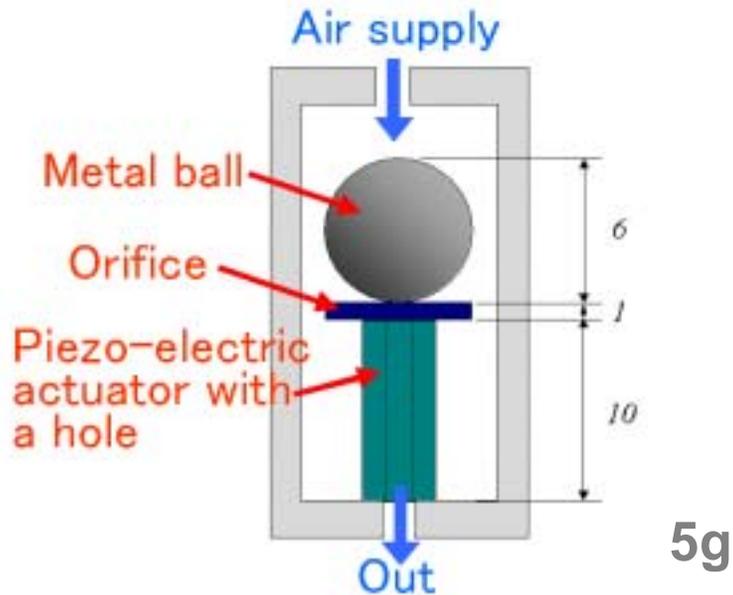
Crawling and Jumping of Deformable Soft Robot



charge/discharge of potential energy stored in deformable body



Vibrational Pneumatic Valve



No structural constraint
between a poppet and an hole

Driven by PZT actuator



発想を得るまでに

- 寝るとき以外は考える
「夢の中にも出てきました」
- 頭と手と眼で考える
手触りを掴む
- 考えて考えて考えに考えた後で、リラックスした瞬間に思いつくことが多い
「家に帰って風呂に入ったとき」

論文

- 論文を書く習慣を身に付ける
- 量を書く中で良い論文が表れる
- 研究が完了してから投稿とは考えない
- 研究者として評価は結局のところ論文
- 査読:どのように説明すると論文の内容をわかってもらえるかのテスト
- 日本語と英語で書く. できる限りサーキュレーションの良い雑誌に書く.

Rejectの原因

- 雑誌の分野と違う
適切な雑誌を探す
- 説明が下手
 - 論理の破綻
 - 論理の組み直し
 - 英語が下手
 - プロの校正に依頼
 - 著者自身の内容の理解が不十分では?
- 新規性がない

Engineering の研究者として

- 研究者の興味のみからの研究は薄い
- 具体的なものに捕らわれすぎると発展しない
- 具体と抽象，興味と社会的背景のバランス

- 20代，30代，40代それぞれで，得意とするところは異なるが，いつになっても自分で考えることはできる．