

# センサ工学 磁気センサとその応用

ロボティクス学科 平井 慎一

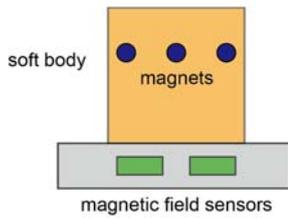


## センシング量とセンシング方式

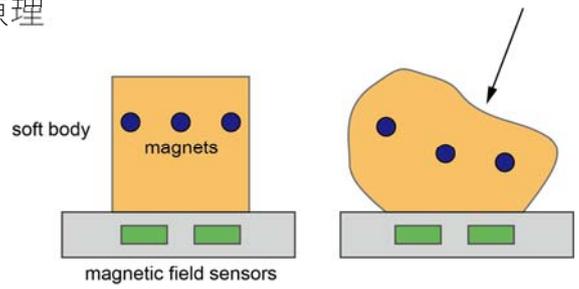
	歪み			応力		近接	表面	温度
	伸縮	曲げ	力	滑り	接触			
電気抵抗								
静電容量								
圧電効果								
磁気								
光								



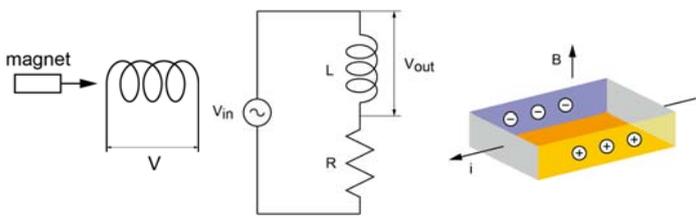
## 原理



## 原理



## 方式

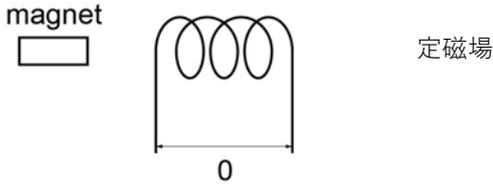


## センシング量とセンシング方式

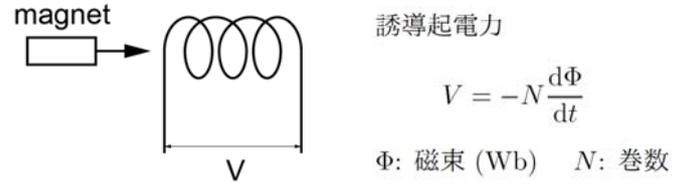
	歪み			応力		近接	表面	温度
	伸縮	曲げ	力	滑り	接触			
電気抵抗								
静電容量								
圧電効果								
磁気								
光								



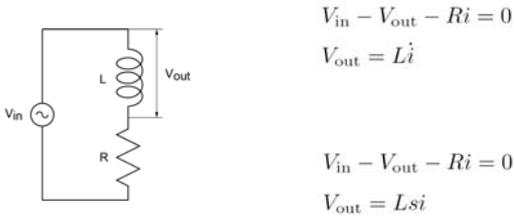
## 誘導起電力



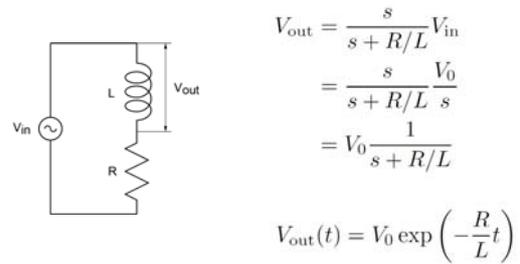
## 誘導起電力



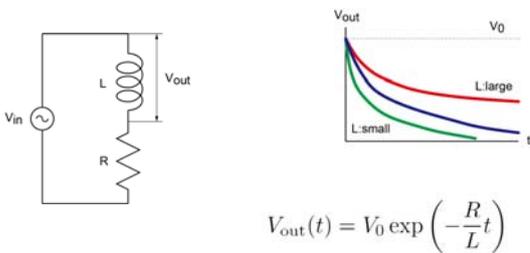
## インダクタンスセンサ



## インダクタンスセンサ



## インダクタンスセンサ

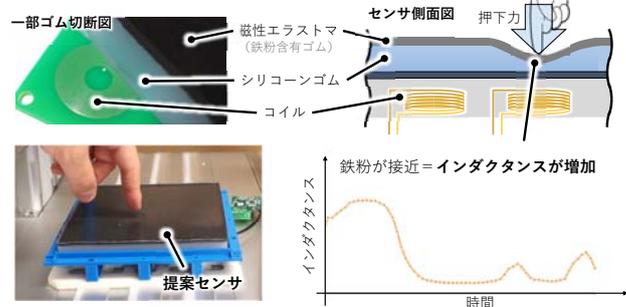


## コイルを用いた磁気式触覚センサ

川節 拓実 (大阪大学)

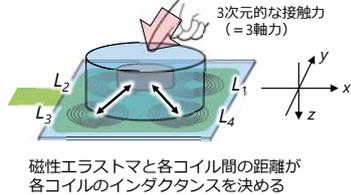


### 磁性エラストマの変位 (=接触力) をインダクタンス変化から取得





複数のコイルを用いることで接触力の方向も推定可能

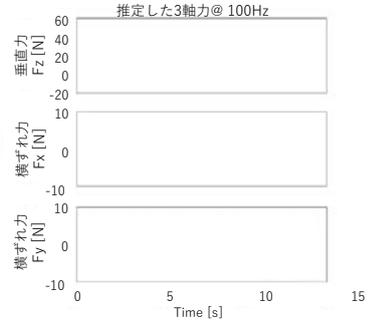
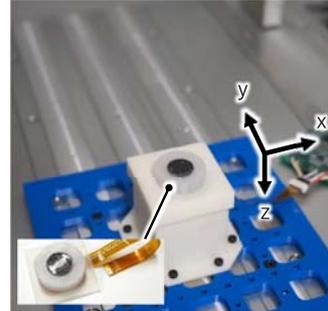


磁性エラストマと各コイル間の距離が各コイルのインダクタンスを決める

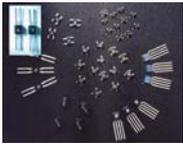
$$\begin{cases} F_x \propto (L_1 + L_4) - (L_2 + L_3) \\ F_y \propto (L_1 + L_2) - (L_3 + L_4) \\ F_z \propto L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \end{cases}$$



複数のコイルを用いることで接触力の方向も推定可能



ホール素子



ホール(Hall)効果により磁場を検出  
ブラシレスモータ  
スマートフォンの地磁気センサ

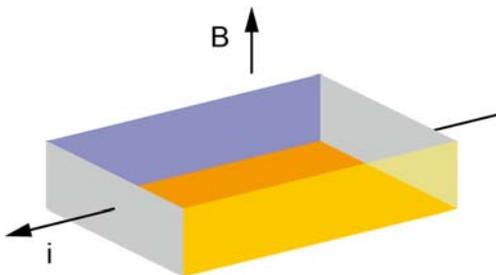
[https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2013/images/ze140320\\_01.jpg](https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2013/images/ze140320_01.jpg)

ローレンツ力

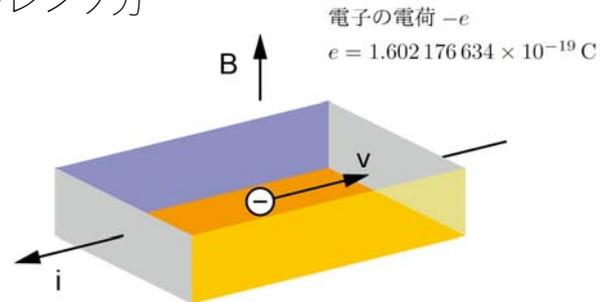
$$F = qv \times B$$

$q$ : 電荷  $v$ : 電荷の速度  
 $B$ : 磁束密度 (磁場)

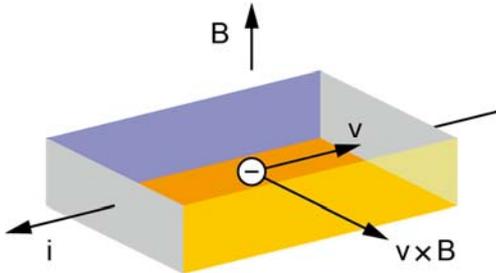
ローレンツ力



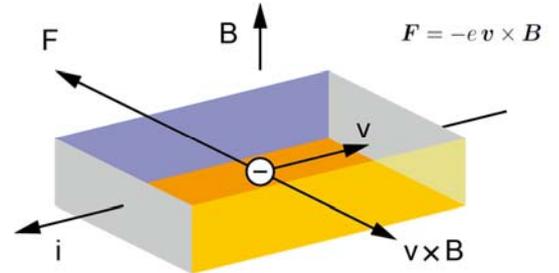
ローレンツ力



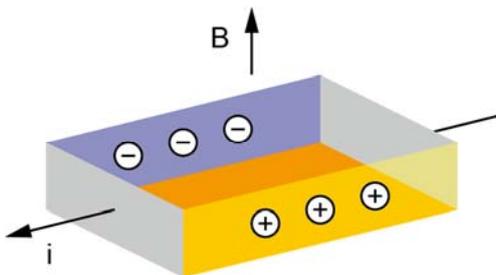
## ローレンツ力



## ローレンツ力



## ホール効果

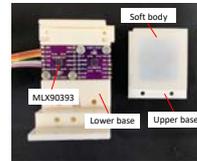
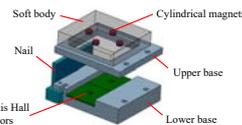


## Magnetic-based Tactile Sensing

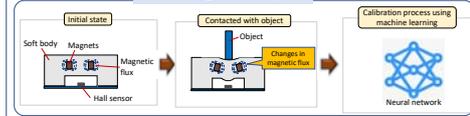
Hisyam Rosle  
Universiti Malaysia Perlis



### Design and Fabrication



### Sensing Principle



### Assembly Task

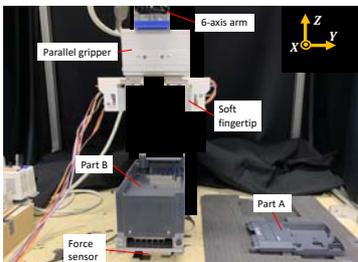


M. H. Rosle, R. Kojima, K. Or, Z. Wang, and S. Hirai, "Soft Tactile Fingertip to Estimate Orientation and the Contact State of Thin Rectangular Objects," in *IEEE Robotics Automation Letters*, vol. 5, no. 1, pp. 159–166, 2020

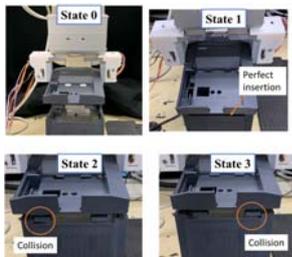
## Magnetic-based Tactile Sensing

### Contact State Classification

Hisyam Rosle  
Universiti Malaysia Perlis



Experimental setup using 6-axis arm: classification of contact states with electrical converter



Contact state definition.  
Successful state: State 1  
Failure state: State 2 and 3

## Magnetic-based Tactile Sensing

### The arm moved upward once failure state (State 2 and 3) was detected



State 2 (Left collision)



State 3 (Right collision)

## 磁気センシング

- 柔軟体に埋め込まれた磁石の運動を検出
- コイルとホール素子
- コイル：単純で衝撃に強い。  
定常状態では検出できない。
- ホール素子：定常状態で検出できる。