

# 材料科学 B (力学的性質)

材料科学(Materials Science)とは?

材料(Materials) = 何かの役に立つ  
物質(Substance)

工学 材料を使って製品を作る.

製品: 特別・固有性質を持つ, 安価に加工が可能(多くの場合)

材料の選択: 材料の限界性能に関する知識が必要

材料の加工: 内部構造の変化(原子, 分子, 結晶, 相, 微細構造, 組織)

加工 = 内部構造変化により性質を変化させる

ミクロな視点とマクロな視点(微視的, 巨視的)

## 本講義のテーマ:

材料の力学的性質 (弾性, 粘性, 粘弾性) について,  
微視的視点, 巨視的視点で考える

# National Nanotechnology Initiative

## by President Clinton of USA for FY 2001 Budget



The essence of nanotechnology is the ability to work at the molecular level, atom by atom, to create large structure with fundamentally new molecular organization.



**Materials Science!**

# 高分子材料の特徴

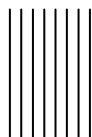
成形加工



高次構造



製品特性



高次構造の精密制御

Dyneema



強度 3 GPa

弾性率 100 GPa

ポリエチレン  $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$



スーパーのふくろ

強度 0.2 GPa

弾性率 2 GPa



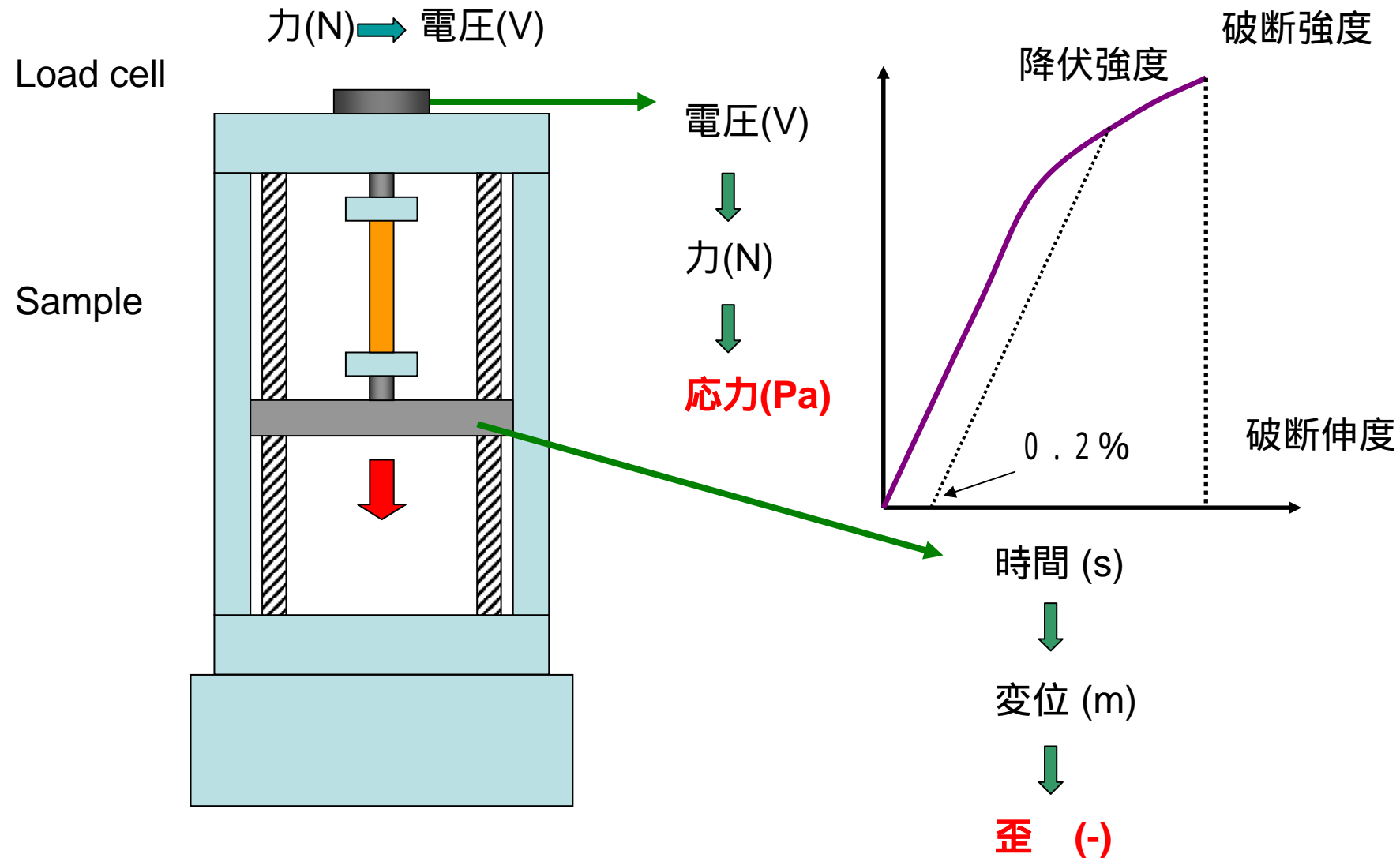
ごみふくろ

同じ材料を用いても高次構造により性質が著しく変化する

# 力学的性質に関する用語

用語	英語	定義	単位
応力	Stress	力 / 面積	Pa
ひずみ	Strain		無次元
弾性率	Elastic modulus	応力 / 歪	Pa
強度	Strength	破断応力	Pa
降伏強度	Yield strength	降伏応力	Pa
引張強度	Tensile strength	破断応力	Pa
延性	Ductility		
脆性	Brittleness		
伸度	Elongation	破断ひずみ	
硬度	Hardness		
靱性	Toughness	破壊エネルギー	N・m
粘度	Viscosity	応力 / 歪速度	Pa・s
緩和時間	Relaxation time	時間	s

# 引張試験



# 引張試験 (見掛けの値と真の値)

- 引張変形に伴い、試料の長さ、断面積が変化

破断時の力を初期断面積で割る  
見掛けの破断強度

(Nominal strength, Apparent strength, Engineering strength)

破断時の力を破断時の断面積で割る  
真の破断強度 (True strength)

破断時の変位を初期長さで割る  
見掛けの破断ひずみ

(Nominal strain, Apparent strain)

破断までの時々刻々のひずみを積分する  
真の破断ひずみ (True strain)

単純そうに見える引張試験も、実は単純ではない・・・

# 真の値と見掛けの値

## 具体的には

- 真の破断強度 (体積一定を仮定すると)

$$\sigma_{tr} = \sigma \frac{A_0}{A_f} = \sigma \frac{L_f}{L_0}$$

- 真の破断ひずみ

$$\varepsilon_{tr} = \int_{L_0}^{L_f} \frac{dL}{L} = \ln \frac{L_f}{L_0}$$

破断強度	
見掛けの値	$\sigma$
真の値	$\sigma_{tr}$
断面積	$A$
長さ	$L$
ひずみ	$\varepsilon$
添字	
初期値	0
破断時の値	f

- 硬度, 固さ (Hardness)  
耐押し込み塑性変形性  
The resistance of material to plastic indentation
- 靱性 (Toughness)  
破壊に要するエネルギー  
The energy required for fracture  
応力 $\times$ ひずみ (単位  $\text{J/m}^3$ )