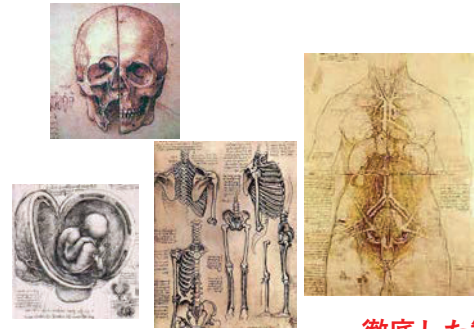


技術 と 工学

京都大学 工学研究科
機械理工学専攻 教授
北村隆行



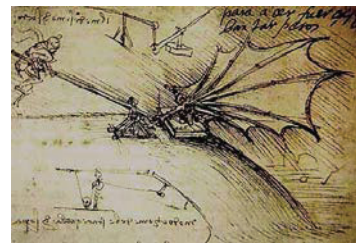
徹底した観察

自己紹介

- 1979年 京都大学 工学研究科 修士課程修了
- 1979年 電力中央研究所 研究員
火力・原子力発電所の機器材料の強度
- 1984年 京都大学 工学部 助手
- 1987-1988年 アメリカ航空宇宙局(NASA) ルイス研究所 研究員
エンジン材料の強度
- それ以降 京都大学

専門分野 破壊 （材料の強度）
1990年頃まで 高い温度での破壊現象
それ以降 小さい材料（ナノ）の破壊現象

羽ばたき実験



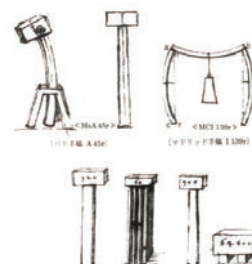
実際にやってみることの重要性：具体性、意欲など

？

技術と工学を考えさせる人



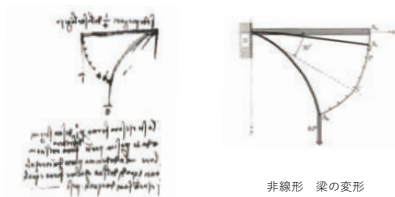
典型的な部材の強さ



基礎要素に分解
典型的な負荷
典型的な材料
典型的な変形・破壊

基礎の認識と知識

結果を絵で表現（難しい問題）



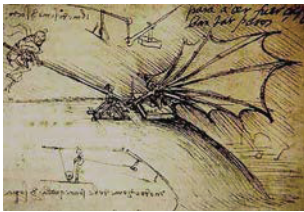
閑話休題：機械工学とは？ 表現について

- 機械工学は、機械に関わる自然科学とその設計に関わる科学から構成される学問である。
- 機械の定義は？？



どれが機械か？

計算機の中で作ってみる（シミュレーション）と、実際に機能する。



細部にまで具体性がある

他者へ伝える：表現能力：技術のコミュニケーション力

経験の技術から予測の技術へ

昔の技術：

膨大な経験に基づいて判断し、実践する。



現代の技術：

知識・知恵（一般化された法則性）に基づいた予測（設計）の下で実践する。

技術者のコミュニケーション

- 技術を合理的に表すことの重要性：数式・図
- 現状、考え方、暗黙知の表現能力：言葉

技術のインパクト

• 技術の発展

産業革命(17C-18C)で蒸気機関を発明したワット、電球や蓄音機を発明したエジソンは純粋な技術者であった。 18世紀、19世紀

• 技術教育の重要性

「科学者」は19世紀中頃の造語。職業としての科学が成立し始める理工系の高等教育機関・産業研究機関が欧州各地に建てられたため。

- 20世紀初頭までは、科学と技術は別の領域と見なされており、両者が協力し合って新たな発明や発見を行うことは、ほとんどなかった。

科学哲学への招待（野家啓一著 ちくま学芸文庫）より要約

技術と工学

現代の**技術**：

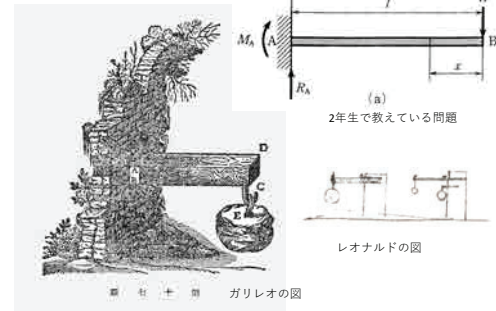
知識・知恵（一般化された法則性）に基づいた予測（設計）の下で**実践する**。

工学は、技術に関する知識と知恵の**体系**（法則性：予測）

だから、**技術と工学は相性が良い**

農業技術と農学、医療技術と医学なども類似した考え方ができる

ガリレオも間違った



悲観主義者と楽観主義者の未来予測

テクノロジーは世界を滅ぼすのか？

テクノロジーは世界を豊かにするのか？

前者の危機感は大切だが、
後者が技術の使命・本命
技術者の元気！！

19世紀前半の鉄道事故

ウィキペディア

- 1815年7月31日、イングランド北東部サンダーランド郊外、実験段階の蒸気機関車「Mechanical Traveler」の**ボイラーが爆発し**、見物人など13〜16人が死亡した。
- 1830年8月15日、イギリス・イングランド北西部ランカシャーのバークサイド駅で、開業当日の招待客が機関車ロケット号に轢かれて死に、史上初の鉄道死に事犯。
- 1831年6月17日、アメリカ合衆国サウスカロライナ州チャールストン。圧力安全弁が火火によって締め付けられ、「ベスト・フレンド・オブ・チャールストン」の**ボイラーが爆発**。
- 1833年11月8日、アメリカ合衆国ニュージャージー州マーサー郡のカムデン&アンボイ鉄道が、転覆により**車輪の破損**により脱線転覆し、乗客の死亡した最初の鉄道事故となった。
- 1841年12月24日、イギリス・イングランド東部バークシャーのSeining Cuttingにて、グレート・ウェスタン鉄道の貨客混合列車が地滑りに突っ込んで脱線し、無蓋車に乗っていた乗客が投げ出されて9人が死亡、16人が負傷した。
- 1842年5月8日、フランス・パリ郊外のムードン付近を走行中の列車を牽引していた蒸気機関車の**車輪が折断**して脱線転覆し、客車が次々と乗り上げた。機関車のボイラーの火が客車に延焼し、52人以上が死亡した。
- 1847年5月24日、イギリス・イングランド北西部チェスターのディー川に架かる**橋が壊れ**、通行していた列車が落下。死者5名。

17

強度と破壊（私の研究分野）



ガリレオ ガリレイ



新科学対話

何のために破壊の勉強を？

- 破壊を防ぐ
- 破壊の損害を小さくする
- 破壊から身を守る
- 破壊を使う
- 破壊を制御する

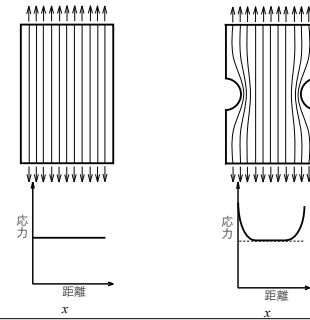
壊れないもの

破壊を使う

切る (壊す)



スリットを入れると壊れやすいのはなぜ？



スリットを入れると壊れやすいのはなぜ？



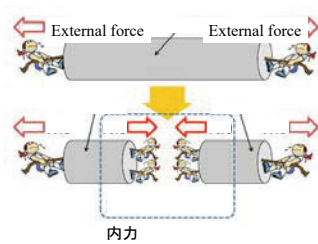
Newton の法則：力は加速度（動き出す）
力は切れ目に集中しない

割り箸の割り方はいくつある？



23

ものの形を変え、壊す力



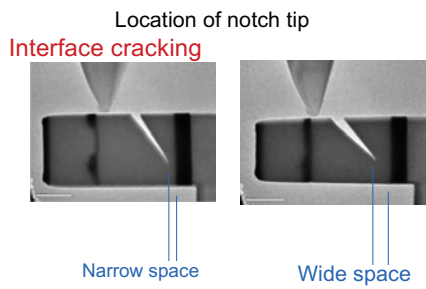
応力 = (内力)/(断面積)

21

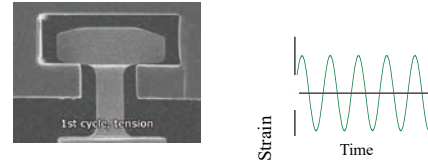
ナノの破壊実験



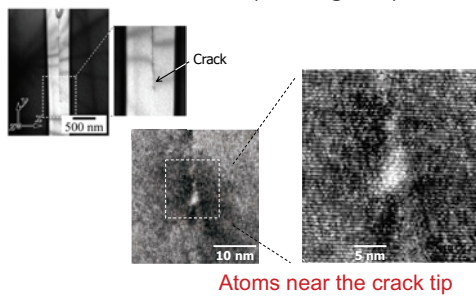
Control of cracking



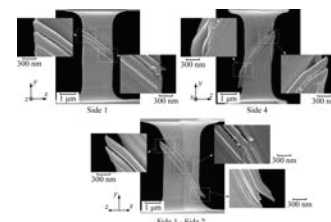
ナノ寸法で
金属疲労が起こるか？



Crack tip in single crystal silicon

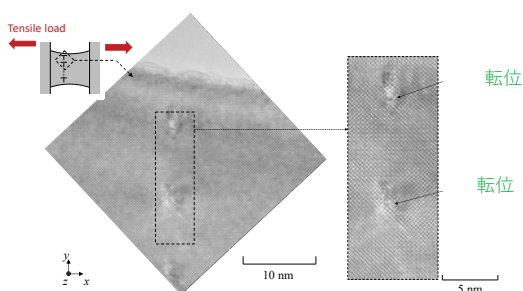


ミクロな銅の疲労破壊

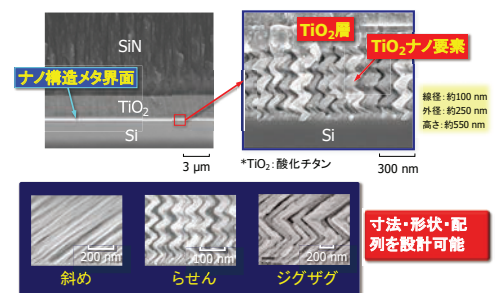


T. Sumigawa, K. Byungwon, Y. Mizuno, T. Morimura, and T. Kitamura
Acta Materialia, Vol.153, pp.270-278 (2018)

原子配列の乱れ（転位）からの破壊



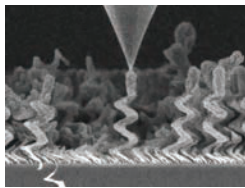
ナノ構造メタ界面（新提案）



単体ナノ要素力学実験 (伸びる界面)



DOD法で作製したらせん型シリコン(Si)ナノ要素



線径: 20-180 nm
外径: 約400 nm
高さ: 約1200 nm

400 nm

31

ご清聴、ありがとうございました



Kyoto University
Materials Science Laboratory
<http://cyber.kues.kyoto-u.ac.jp/>

