

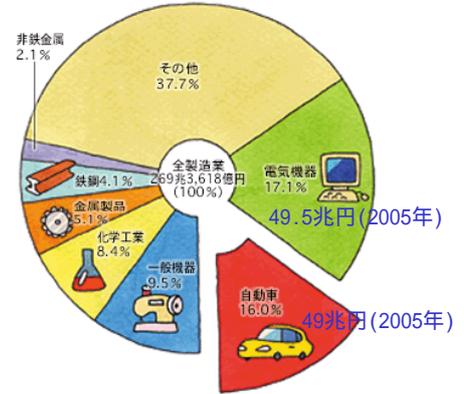
## 自動車などに使われている 金属部品の製造方法

豊橋技術科学大学

森謙一郎



## 主要製造業の製造品出荷額の構成比(2002年)



## 自動車関連の就業人口



## 東海地方の工業生産

	関西圏（大阪，京都，兵庫，奈良，和歌山，滋賀）	東海地方（愛知，岐阜，三重）
人口（万人，03）	2,090	1,113
域内総生産額（兆円，01）	82.0	50.5
製造品出荷額（兆円，02）	42.7	46.9

## 愛知県，静岡県における産業

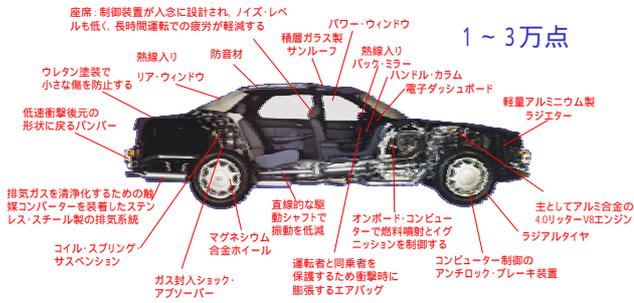
- 工業生産量：愛知県35兆円（44兆円（11.4%）），静岡県16兆円（5.2%）
- 自動車産業が盛ん  
愛知県；輸送機械：51.2%，一般機械：8.7%  
静岡県；輸送機械：31.2%，電気機械：9.4%，化学工業9.1%，一般機械：6.4%

## 日本の自動車工場(2005年)

北海道	2	滋賀県	3
宮城県	1	京都府	2
福島県	1	大阪府	1
栃木県	5	兵庫県	2
群馬県	6	岡山県	1
埼玉県	4	広島県	2
東京都	3	山口県	1
神奈川県	7	福岡県	2
静岡県	16	熊本県	1
愛知県	15	大分県	1
三重県	1	合計	77



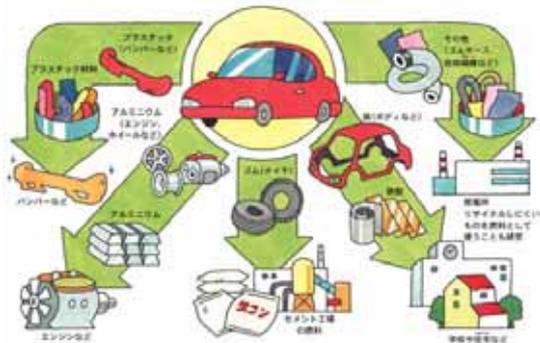
## 自動車部品



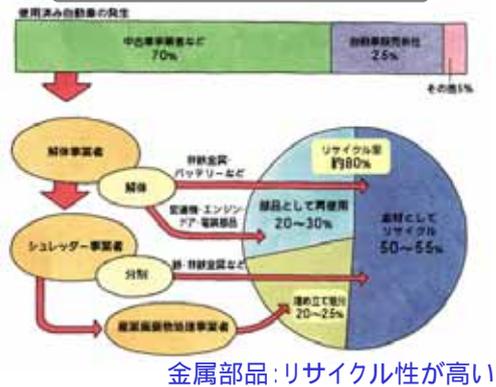
## 自動車部品の構成材料



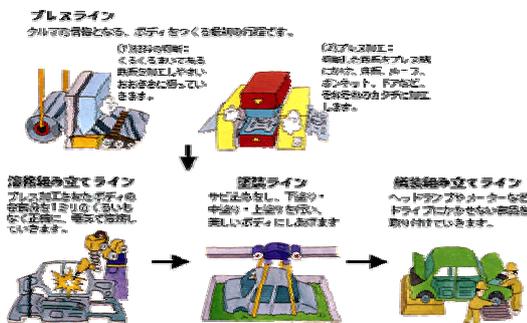
## 自動車部品のリサイクル



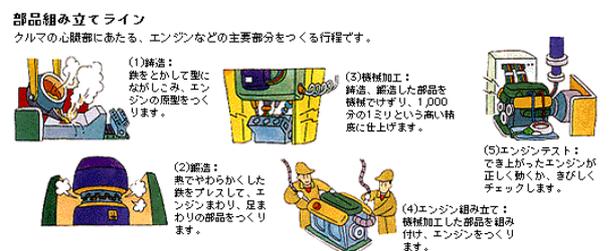
## 自動車部品のリサイクル率



## 自動車ボデーの製造



## 自動車エンジンの製造



## 自動車組み立て、検査

**エンジン組付けライン**  
テストに合格したエンジンはここに選ばれ、ボディに組み付けられます。



**最終組み立てライン**  
足まわりの部品やハンドル、シートなどが取り付けられます。



**検査ライン**  
ブレーキ、排気ガス、水もれなど、1,000項目以上のチェックを行い、すべてに合格すると完成です。



## 金属部品の製造方法

- 塑性加工：変形させる
- 鋳造：溶かして固める
- 切削加工：削る
- 接合加工：引っ付ける

## 材料を変形させる： 塑性加工研究の最前線

- 環境に優しい成形技術 -



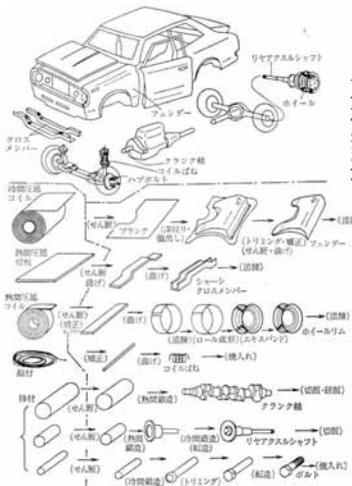
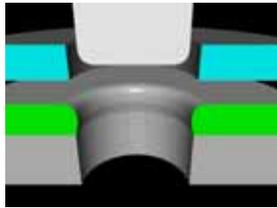
軽量部品の成形法



## ジュース・ビールなどの金属缶の製造工程における缶の塑性変形



## 塑性加工：深絞り加工



塑性加工：金属素材を金型で塑性変形させて所定の形状に成形

図 自動車部品の塑性加工

## — 軽量自動車部品の成形 —

100kg軽量:1km/燃費向上

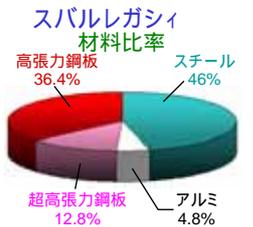
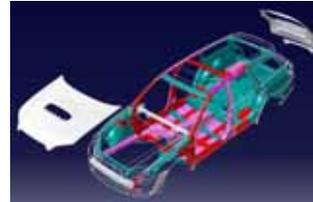
軽量材料の成形

- 超高張力鋼板(7.8)
- アルミニウム(2.7), マグネ(1.8), チタン(4.5)

軽量化部品の成形

- 中空部品
- 一体化成形
- シミュレーション技術
- 有限要素法

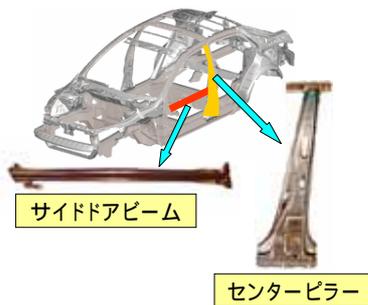
## 自動車車体への高張力鋼板の適用



トヨタ クラウン, 骨格部材の45%が高張力鋼板

## 超高張力鋼板の自動車部材への適用

超高張力鋼板:1GPa以上

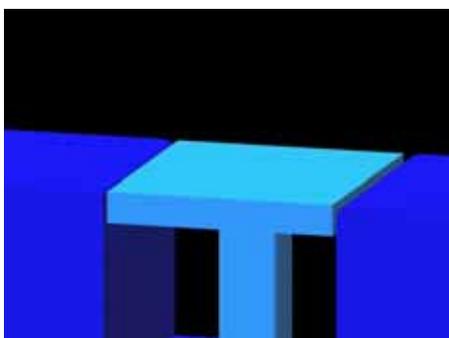


## 自動車用板材の比強度の比較

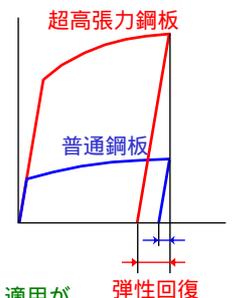
板材	引張強さ	比重	比強度
超高張力鋼板	980 ~ 1470MPa	7.8	126 ~ 188MPa
従来高張力鋼板	490 ~ 790MPa	7.8	63 ~ 101MPa
軟鋼板 SPCC	340MPa	7.8	44MPa
アルミ合金板 A6061 (T6処理材)	310MPa	2.7	115MPa
マグネシウム合金板 AZ31	250MPa	1.8	139MPa

1MPa: 1mm<sup>2</sup>当り1kgf

塑性加工:曲げ加工

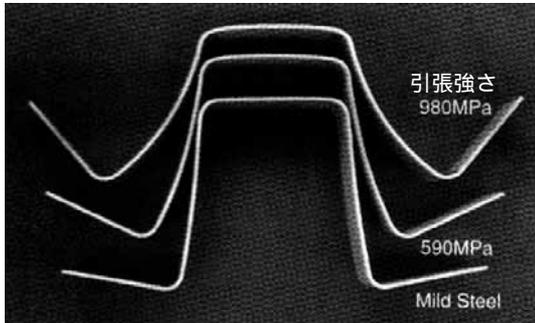


## 超高張力鋼板のスプリングバック



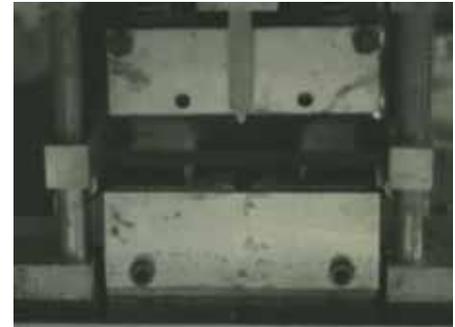
スプリングバック:大  
形状凍結性:低 → 適用が  
限定

高張力鋼板のハット曲げにおけるスプリングバック



岩谷：プレス技術，42-8(2004)，43

通電加熱を用いた熱間プレス成形



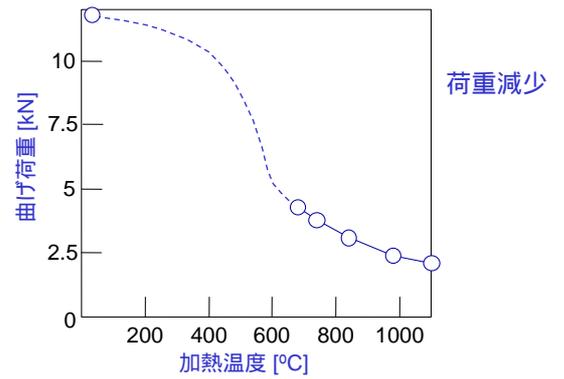
高温で変形

超高張力鋼板の熱間プレス成形



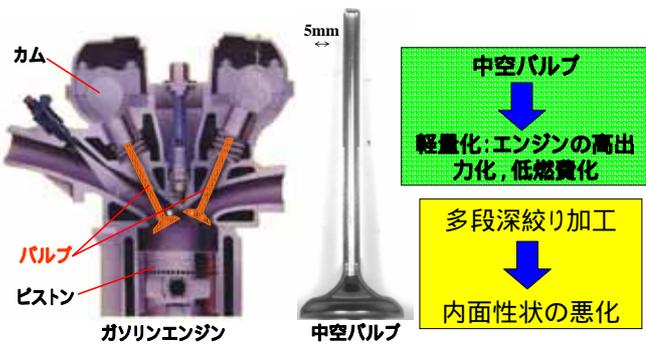
スプリングバック減少

曲げ荷重と加熱温度の関係

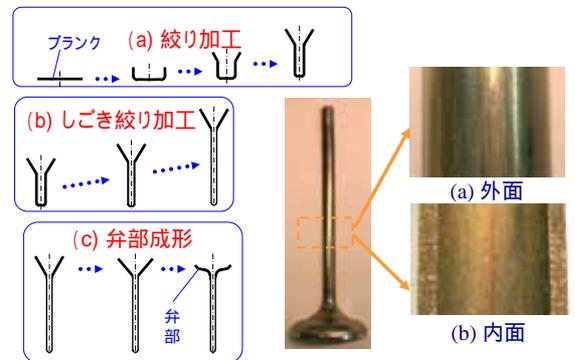


荷重減少

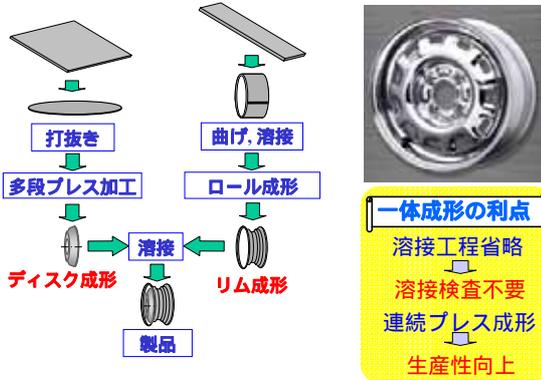
ステンレス多段絞り製品の内面しごき加工による表面粗さの低減



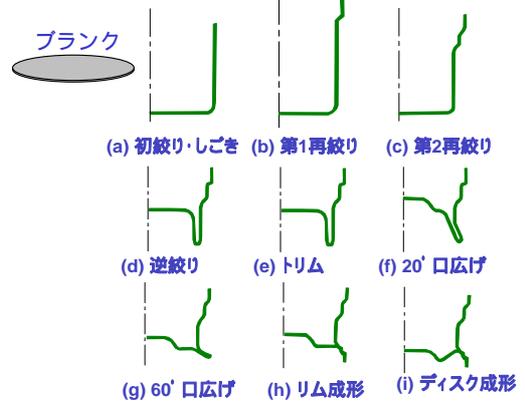
自動車用ペット弁のプレス成形における内面しごき加工



### 乗用車用ホイールの一体成形



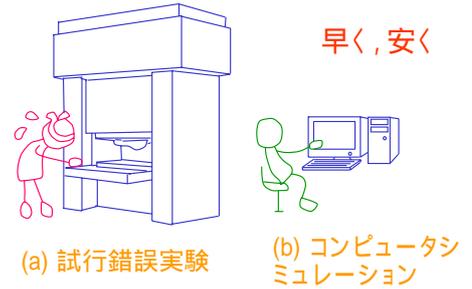
### 乗用車用ホイールの一体成形法



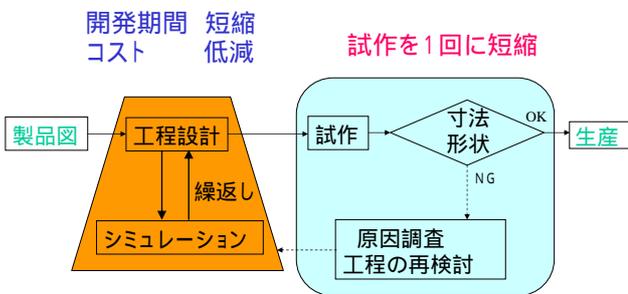
### 一体プレス成形ホイール



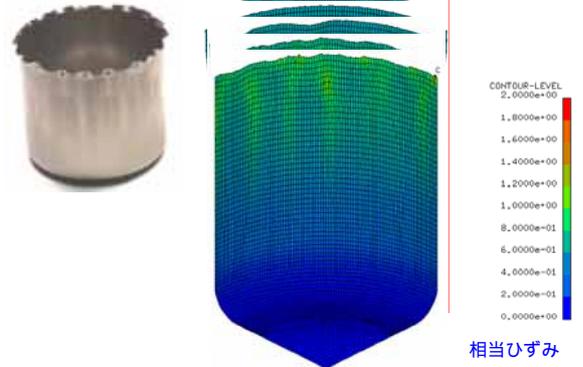
### 計算機支援技術



### シミュレーションを用いた工程設計



### しわ押えなし再絞り加工のしわ解析



## アルミニウム合金板の接合



アルミニウム:溶接性が低い

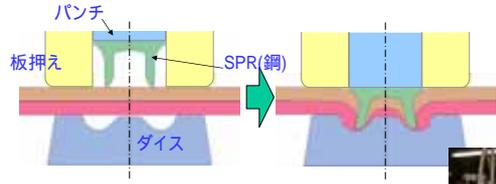
セルフピアッシングリベット

Audi\_A2

表  
裏



## セルフピアッシングリベット



<工法のメリット>

- 板にSPRを打込み、機械的に結合
- 穴あけ不要
- 溶接の難しい材料の締結
- 異種材料の締結

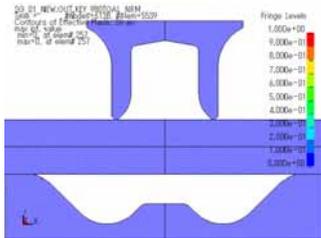
接合部

Cフレーム



## 有限要素シミュレーション

上板 SPFC980 t1.4,  
下板 A5052 t1.5

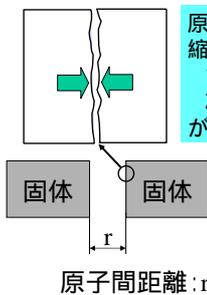


## くっつける、覆う: 接合加工研究の最前線



身の回りの構造物は接合技術のかたまり

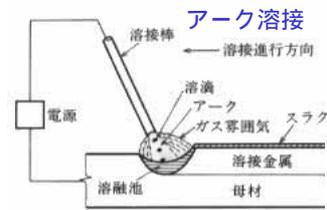
## 接合とは:



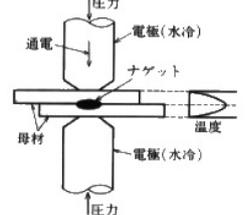
原子間距離を縮めるには:  
1. 加熱  
2. 加圧  
が有効

原子間距離: r

## 一般的な溶接

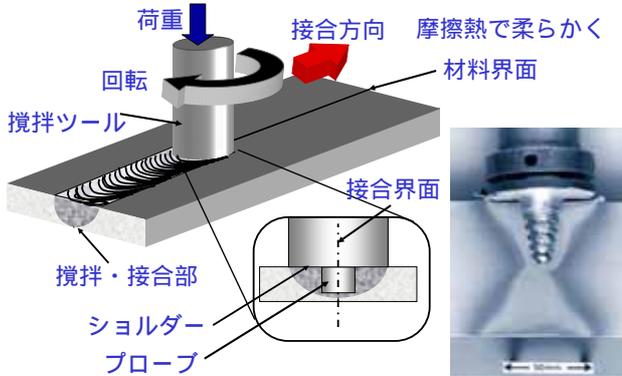


抵抗スポット溶接



## 新しい溶接: 摩擦攪拌接合 (FSW)

FSW: Friction Stir Welding



## 摩擦攪拌接合の特徴

### 利点

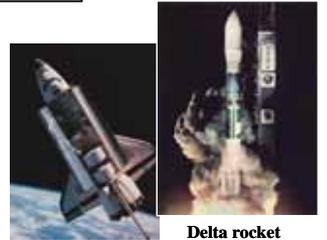
- 非溶融 溶接変形少ない 長尺もの
- 攪拌微細組織化 強度低下少ない
- 機械攪拌 シールドガス、溶加材不要



700系新幹線(のぞみ)

### 欠点

- 材料固定用ジグが必要
- 回転ピンの穴が残る
- 材料に剛性が必要

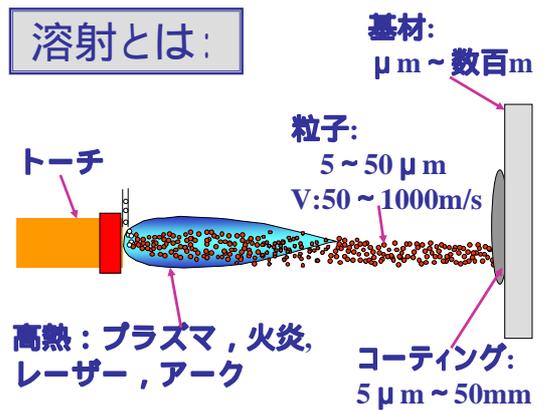


Delta rocket

## 長距離接合



## 溶射とは:



Gas Turbine



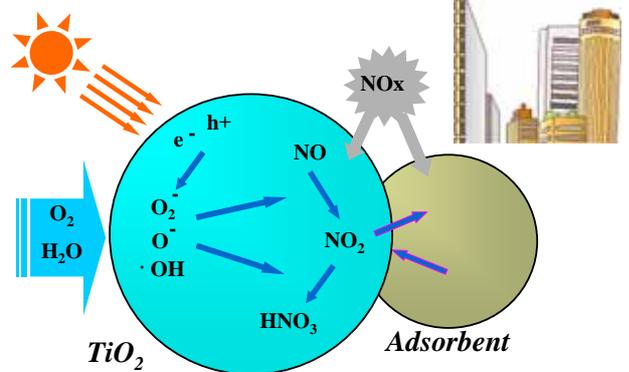
Engine - Jet and Rocket



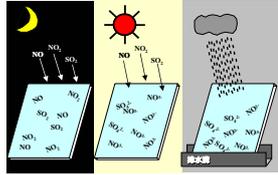
Ni基合金, シルコニア耐熱・断熱性皮膜など

実用例

## 環境浄化チタニア光触媒皮膜



### TiO<sub>2</sub>によるNO<sub>x</sub>処理



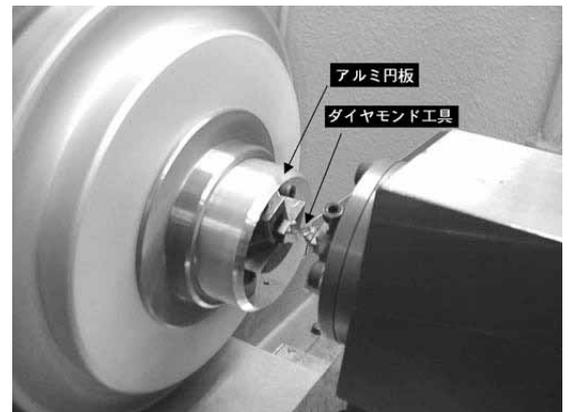
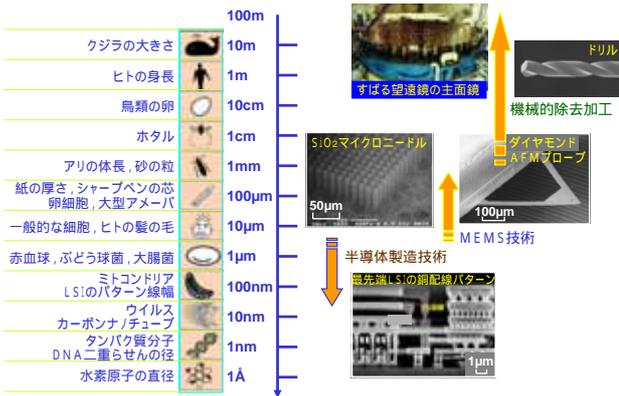
自然エネルギーだけによる環境浄化が可能

溶射法  
現場施工、大面積化が可能

切る，削る，磨く：  
精密加工関連研究

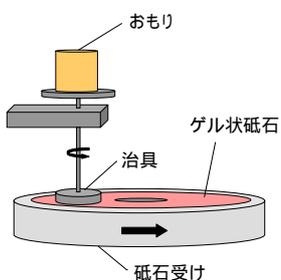
超精密・ミクロン  
からナノの世界

### 超精密微細加工技術



超精密ダイヤモンド切削

### ゲル状砥石による非球面レンズの研磨加工



### シリコンウエハの研削加工

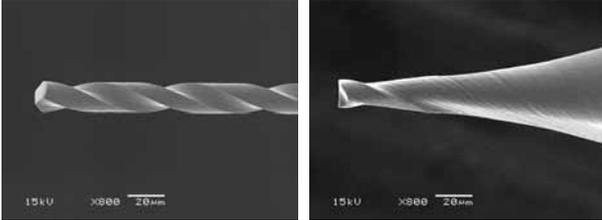


従来のダイヤモンド  
ホイールによる研削

EPDペレットに  
よる研削

## 極小径工具を用いた機械加工の極限への挑戦！

材質：超硬合金



20 μmのドリル

15 μmのエンドミル  
(2枚刃ねじれエンドミル)

髪の毛の太さ(70~80 μm)よりも細い回転工具

## MEMS(Micro Electro Mechanical System)技術

半導体プロセス技術を利用したマイクロなデバイス製造技術

半導体プロセスの基本技術

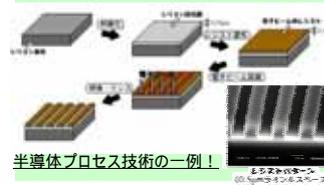
- ・薄膜形成技術
- ・リソグラフィ技術
- ・エッチング技術
- ・熱処理技術
- ・不純物導入技術
- ・平坦化技術

マイクロな  
デバイスを  
製作

半導体実験施設

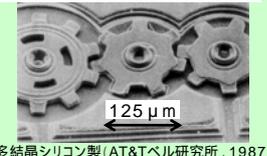


リソグラフィを用いたパターン形成



半導体プロセス技術の一例！

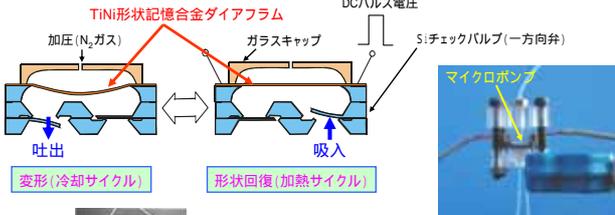
例えば... マイクロなサイズの歯車



多結晶シリコン製(AT&Tベル研究所, 1987)

## 形状記憶合金薄膜を利用したマイクロポンプ！

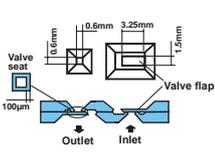
◆マイクロポンプの動作原理



バイス圧力200kPa

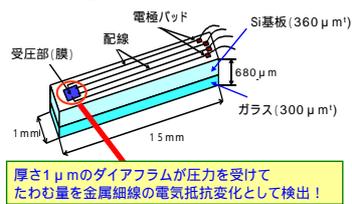


◆シリコン製の一方弁



## マイクロな空間の圧力分布を測定！

◆マイクロ圧力センサの模式図



厚さ1 μmのダイアフラムが圧力を受けて  
たわむ量を金属細線の電気抵抗変化として検出！

Ti薄膜ストレインゲージ

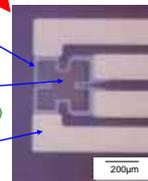
(厚さ50nm, 幅15 μm)

センサ受圧部

(SiN薄膜1 μm, 250 μm)

電極配線 Ti/Pt/Ti

(t=10nm/120nm/10nm)



マイクロ圧力センサ外観  
(市販の圧力センサ 2.5mmと撮影)

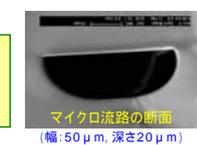
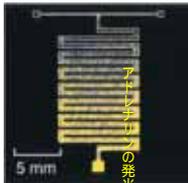
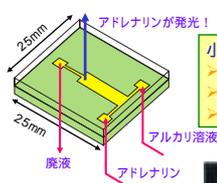
## 手のひらサイズのチップで医療診断！

◆アドレナリン分析

☞ 昇圧剤 ⇒ 高血圧の要因！

◆リポタンパク分析

☞ コレステロール値 ⇒ 動脈硬化の危険率の指標！



マイクロ流路の断面  
(幅: 50 μm, 深さ20 μm)

マイクロ流路  
幅: 400 μm  
深さ: 280 μm  
長さ: 126mm

## レポート課題

環境に優しい自動車を

製造する方法

- クルマの軽量化
- 効率のよいエンジン
- 空気抵抗の低減
- 排気ガスの低減