

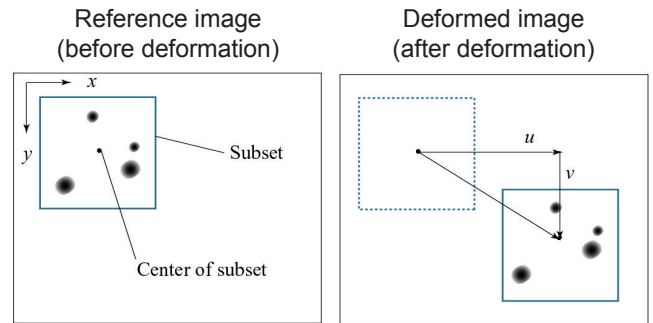
# デジタル画像相関法による構造体の変形挙動の可視化

機械理工学専攻 材料強度・評価学研究グループ  
巨陽, 森田康之, 細井厚志

## 研究開発の概要

開発段階での製品の構造的評価, および稼働中の安全性評価において, 実機の変形挙動の直接的可視化に勝るものはない。

デジタル画像相関法(DIC法)はそれを可能とし, 力学的環境下における三次元構造体の変位分布, ひずみ分布を定量的に明らかにする。構造体の機械的性質が自明の場合には, 応力分布の可視化も可能となる。あるいは, 力学的条件が明確な場合には, 変形挙動より構造体の機械的性質を求めることもできる。



デジタル画像相関法の概念図(二次元)

## デジタル画像相関法の特長

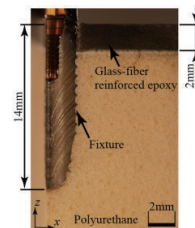
1. 不定形の三次元構造体にも適用が可能
2. 測定のための試料の複雑な前処理は, 一切不要
3. 変形前と変形後の2枚の画像だけあれば解析が可能
4. 感度は画像の分解能に依存するのみで, 測定装置には非依存
5. 感度はnm~km(ワイドダイナミックレンジ)
6. 変形の経時的観察も得意
7. 様々な環境(高温, 真空)でも適用が可能

相関係数算出式

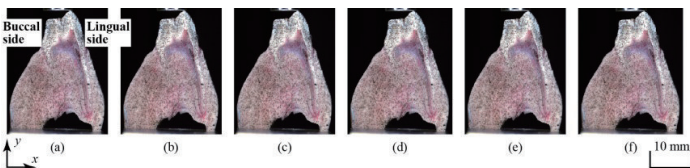
$$C_D = \frac{\sum(f(x,y) \cdot g(x^*,y^*))}{\sqrt{\sum(f^2(x,y))} \sqrt{\sum(g^2(x^*,y^*))}}$$

## 応用例とその効果

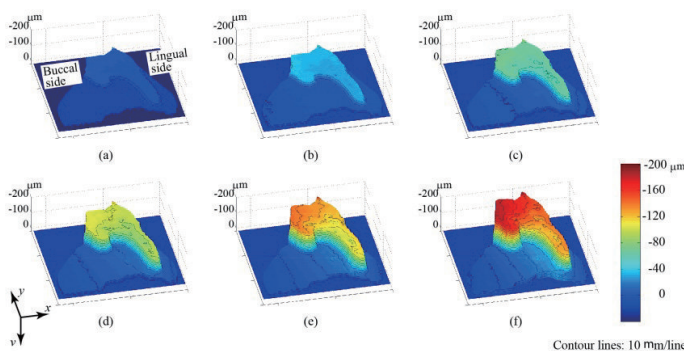
一例として, 口腔分野への適用例を示す。しかし, あらゆる分野への適用が可能である。口腔分野への応用の目的としては, 例えば, 歯周組織の咬合解析, インプラントの構造的評価など



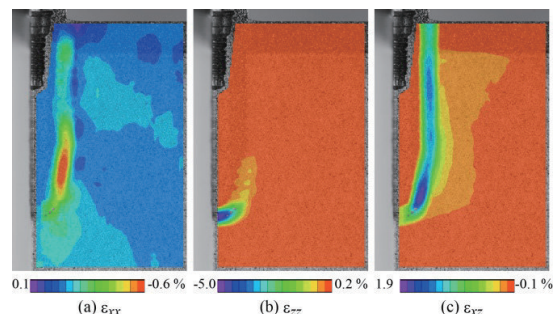
歯科インプラントの疑似咬合試験



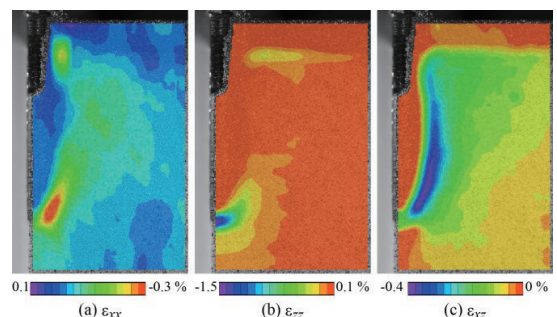
ブタ歯周組織の疑似咬合試験



ブタ歯周組織の変位分布



歯科インプラント周辺骨のひずみ分布 (without osseointegration)



歯科インプラント周辺骨のひずみ分布 (with osseointegration)

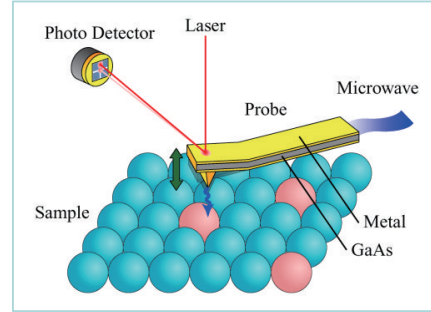
構造物の変形を実験的に直接可視化したい場合には, ご相談ください。

# マイクロ波原子間力顕微鏡の開発

機械理工学専攻 材料強度・評価学研究グループ  
巨陽, 森田康之, 細井厚志

## 研究開発の概要

マイクロ波による材料の電気的特性を計測できる技術と、原子間力顕微鏡による材料表面形状をナノスケールで計測できる技術を融合させ、ナノ領域における材料表面の電気的特性が計測可能なマイクロ波原子間力顕微鏡を開発した。



M-AFMの概略図

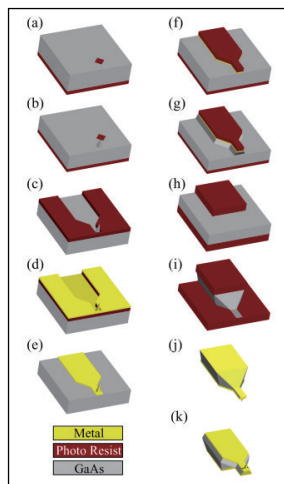
## 新規性・独創性

- ◆ 原子間力顕微鏡
  - ・ 高空間分解能
  - ・ スタンドオフ距離一定
- +
- ◆ マイクロ波顕微技術
  - ・ 電気的特性の測定

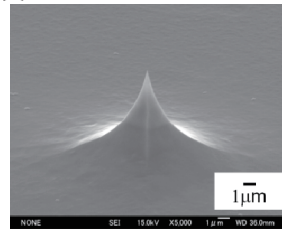


ナノ領域での電気的測定

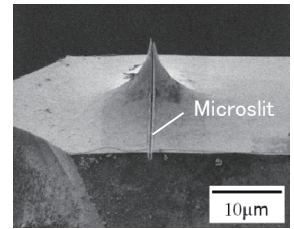
## 作製したM-AFMプローブ



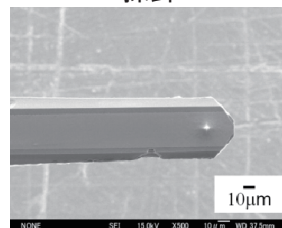
加工プロセス



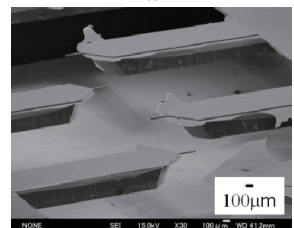
探針



FIB加工



カンチレバー



M-AFMプローブ

## 応用例とその効果

- ・ 材料のナノスケールにおける電気的特性の評価。
- ・ 電子デバイスの電気特性の評価，電子デバイスの微小欠陥の非破壊検出等。

## 【単結晶Alナノワイヤの測定】

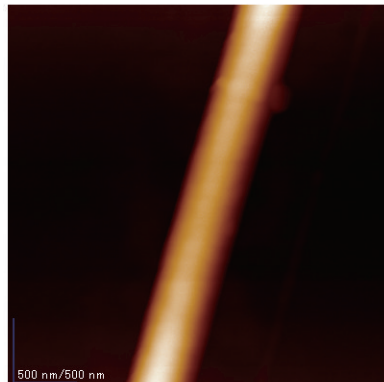
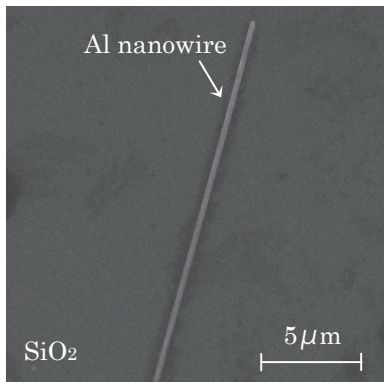
単結晶Alナノワイヤ

測定モード：NC-mode

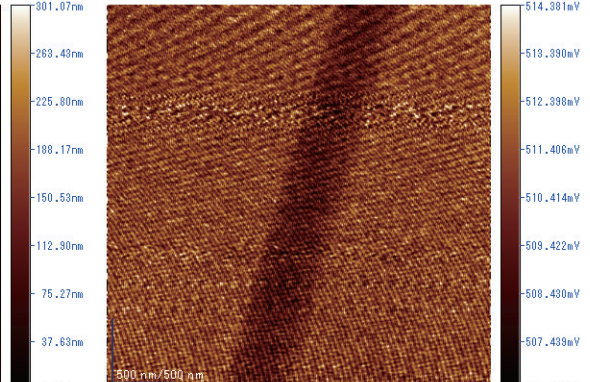
マイクロ波周波数：94GHz

測定範囲：3×3μm

測定速度：1.0μm/sec



表面形状



電気特性

## 企業への期待

実用化に向けたマイクロ波原子間力顕微鏡プローブの開発とマイクロ波原子間力顕微鏡の開発および応用