

デジタルカメラを用いた大変形・大回転時における変位・ひずみ計測法の開発

大阪府立大学大学院 工学研究科 航空宇宙海洋系専攻 正岡研究室 M1 大平紘敬

研究背景・目的

背景

ゴム材料等の柔軟材料のひずみ計測の現状

- 変形ひずみ挙動を把握するために、**多点計測**、**精細計測**を行うこと、**多軸ひずみ状態**を把握することは非常に重要
- 柔軟材料への金属ひずみゲージの適用が不可能なので、き裂先端部など**ひずみ集中部**の計測ができない

画像処理による変形計測法が有効であると考えられる

問題点

大変形・大回転時には、**画像照合が困難**

本研究の流れ

本研究の目的

- 大変形・大回転時における**変位・ひずみの計測**
- 全視野**にわたるひずみ計測
- 多軸状態**におけるひずみの計測

増分加算型変形計測法の開発

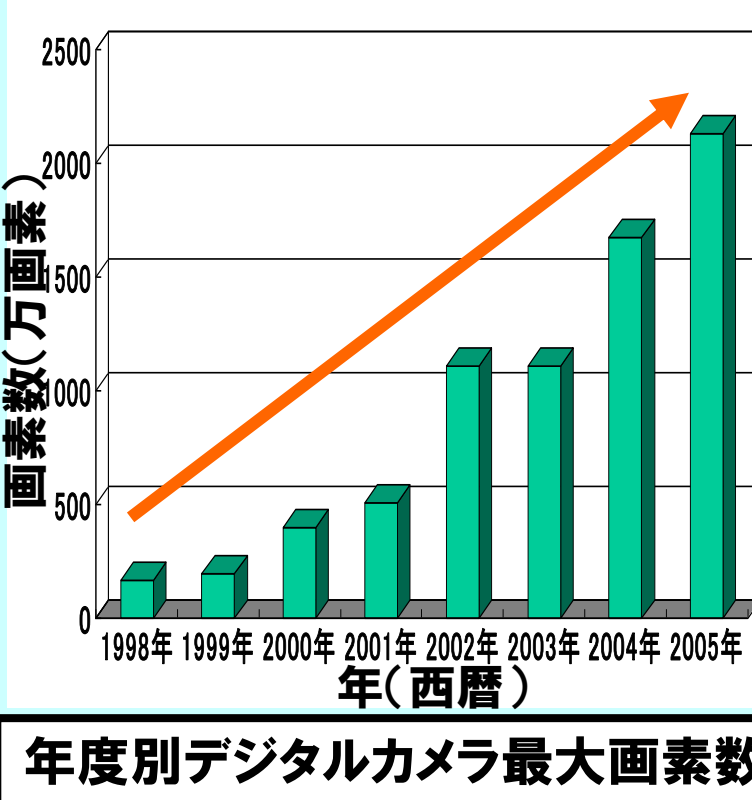
大変形・大回転時における変位・ひずみ計測

画像処理による変形計測法の特徴

ひずみゲージを用いた計測法に比べ

- 非接触・全視野(多点)**計測が可能
- 顕微鏡画像を用いることで**細部**の計測が可能
- 全視野にわたり**多軸計測**が可能
- 計測システムが簡易

デジタルカメラの画素数の増加に伴って変位の分解能が上がるため、**将来性のある手法**である



増分加算型変形計測法による変位・ひずみ計測システム

提案システムの流れ

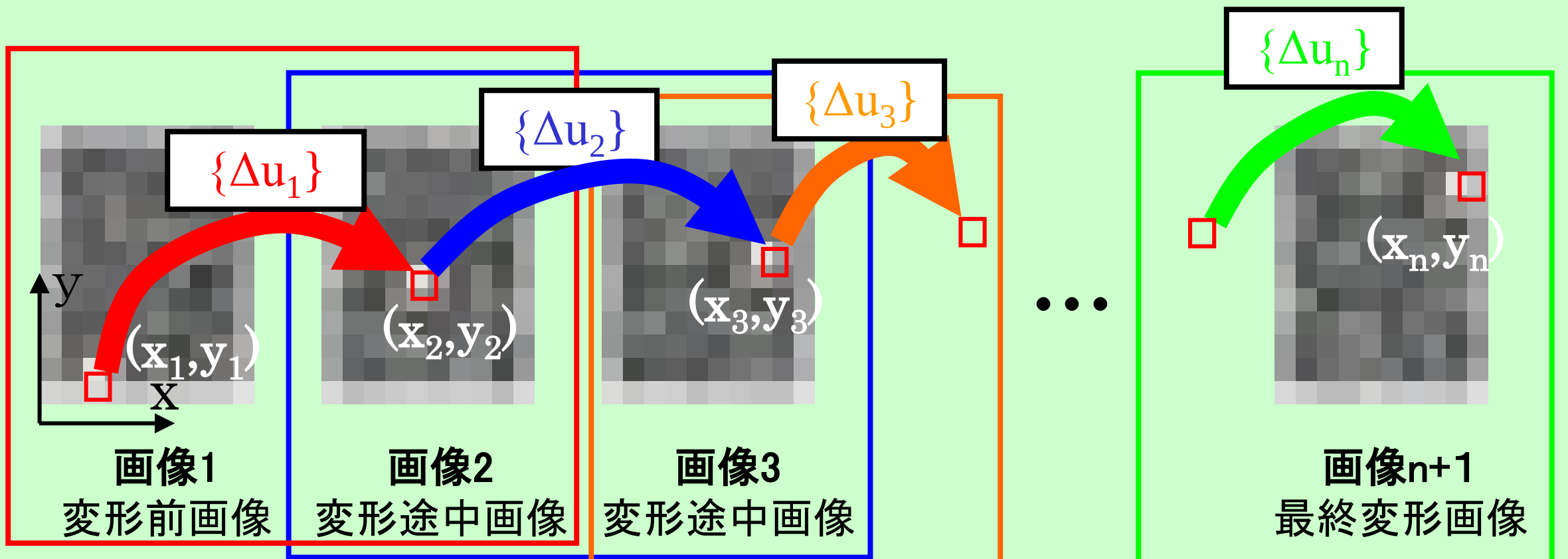
変形中の複数枚の**連続画像**を撮影

対応点を追跡しながら連続する2枚の画像で**画像照合**

変位増分を加算し変位量を算出

$\{\epsilon\} = [B]\{u\}$ よりひずみを算出

サブピクセル処理を施した**画像照合法**を連続的に適用することにより、変位 $\{\Delta u_1\}$ 、 $\{\Delta u_2\}$ 、 $\{\Delta u_3\}$... $\{\Delta u_n\}$ を計測

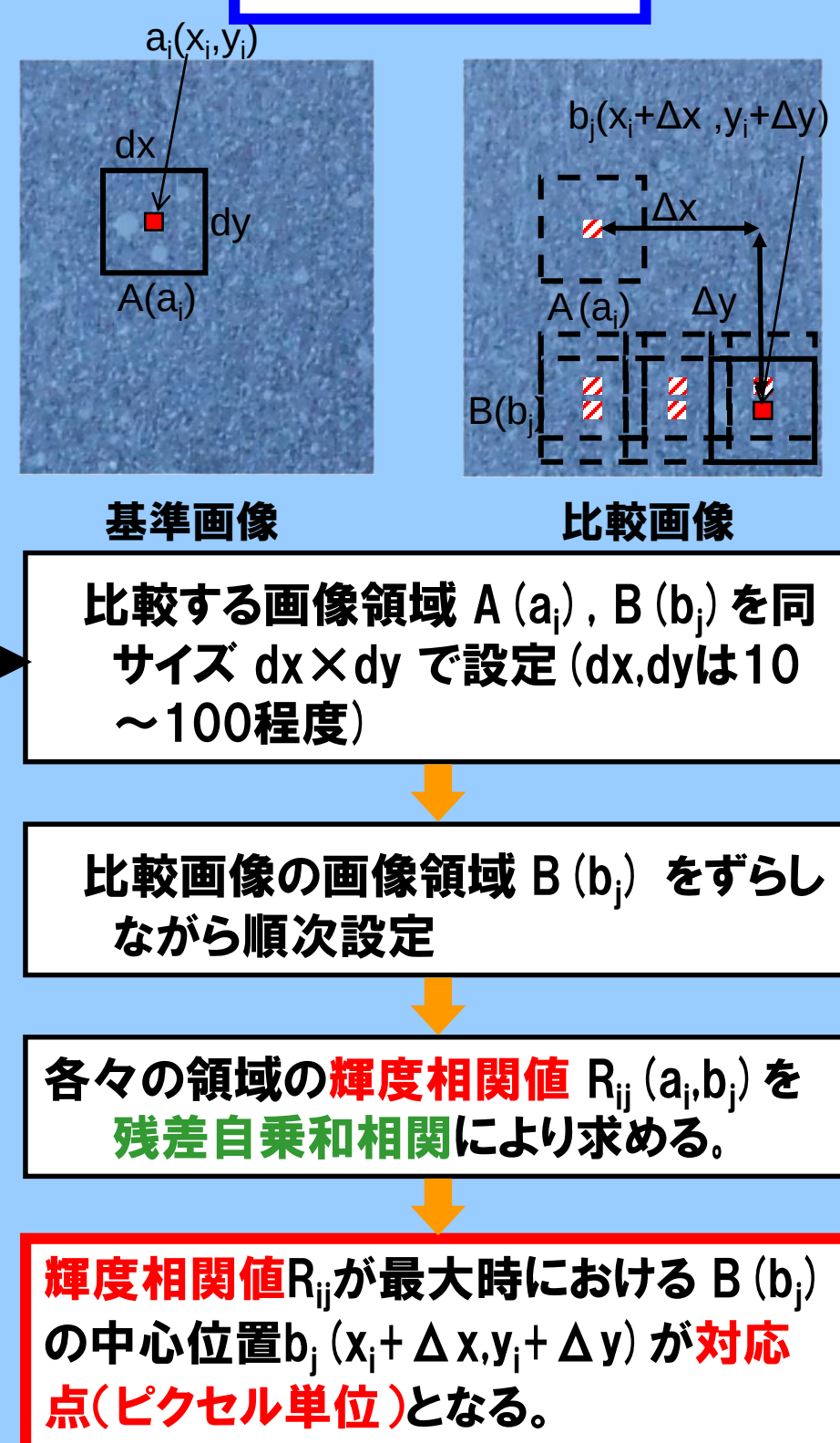


対応点を追跡

変形前画像と最終変形画像での変位量 $\{\Delta U\} = \{\Delta u_1\} + \{\Delta u_2\} + \{\Delta u_3\} + \dots + \{\Delta u_n\}$

サブピクセル画像照合法

画像照合法



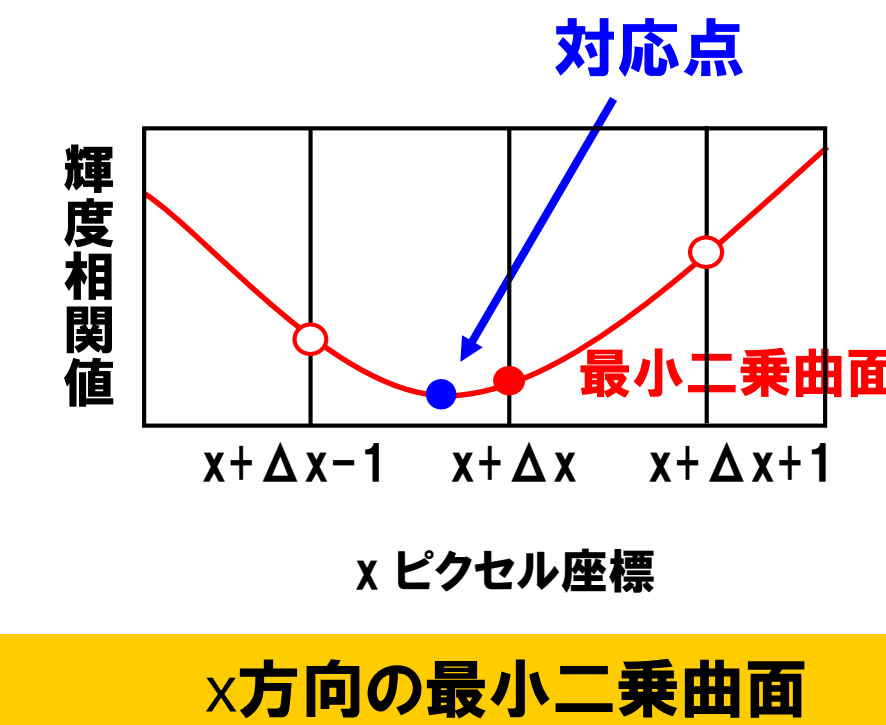
全画素について繰り返し適用

サブピクセル処理

ピクセル単位での対応点 b_j を基準にそれと隣接する点 (x方向3×y方向3) の**輝度相関値**から**最小二乗曲面**を作成

最小二乗曲面が最小値をとる時の座標 (x,y)

対応点 (サブピクセル単位)

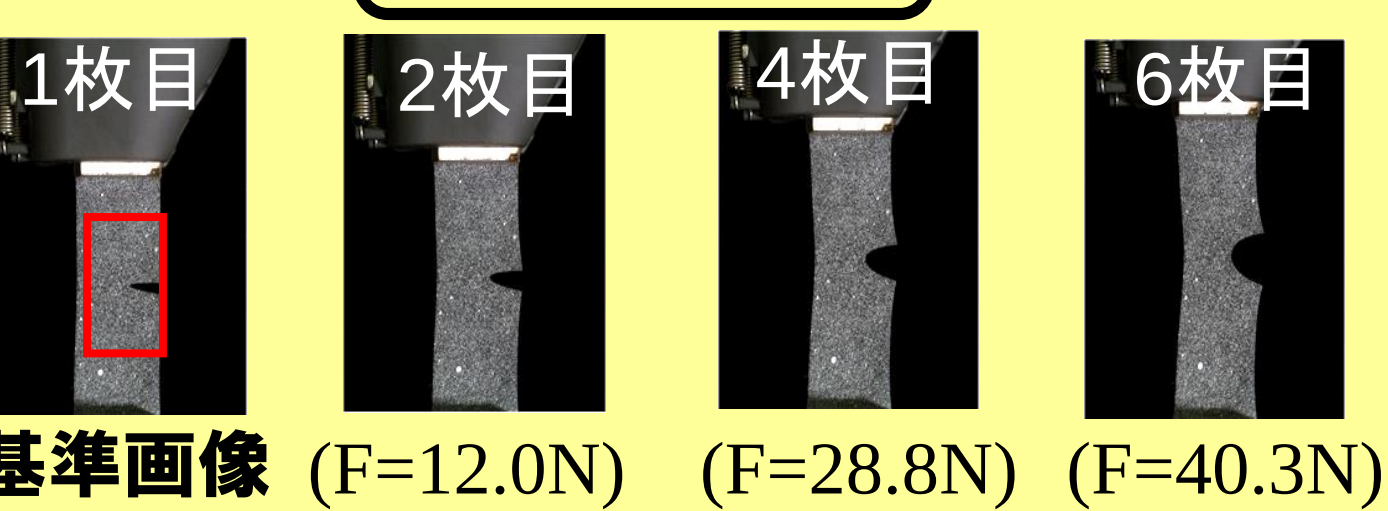


有用性

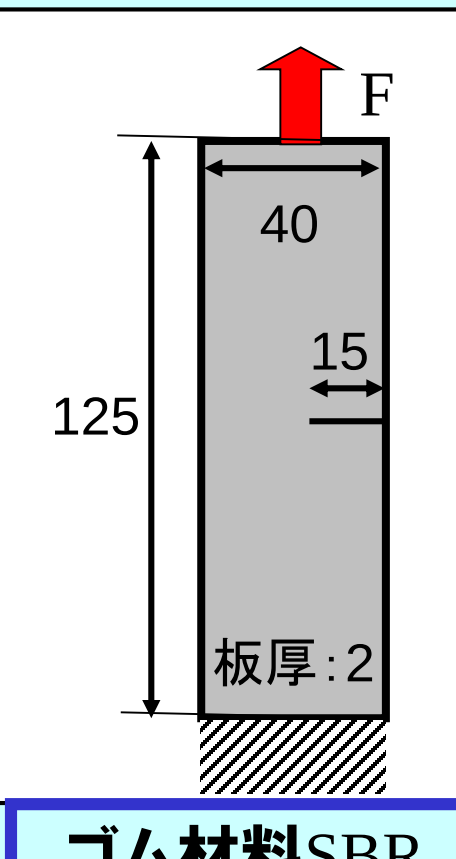
増分的に解析を行うため**大変形・大回転時**における変位・ひずみ計測が可能であり、**振動問題**、**塑性問題**にも適用可能であると考えられる

大変形・大回転時における変位・ひずみ計測

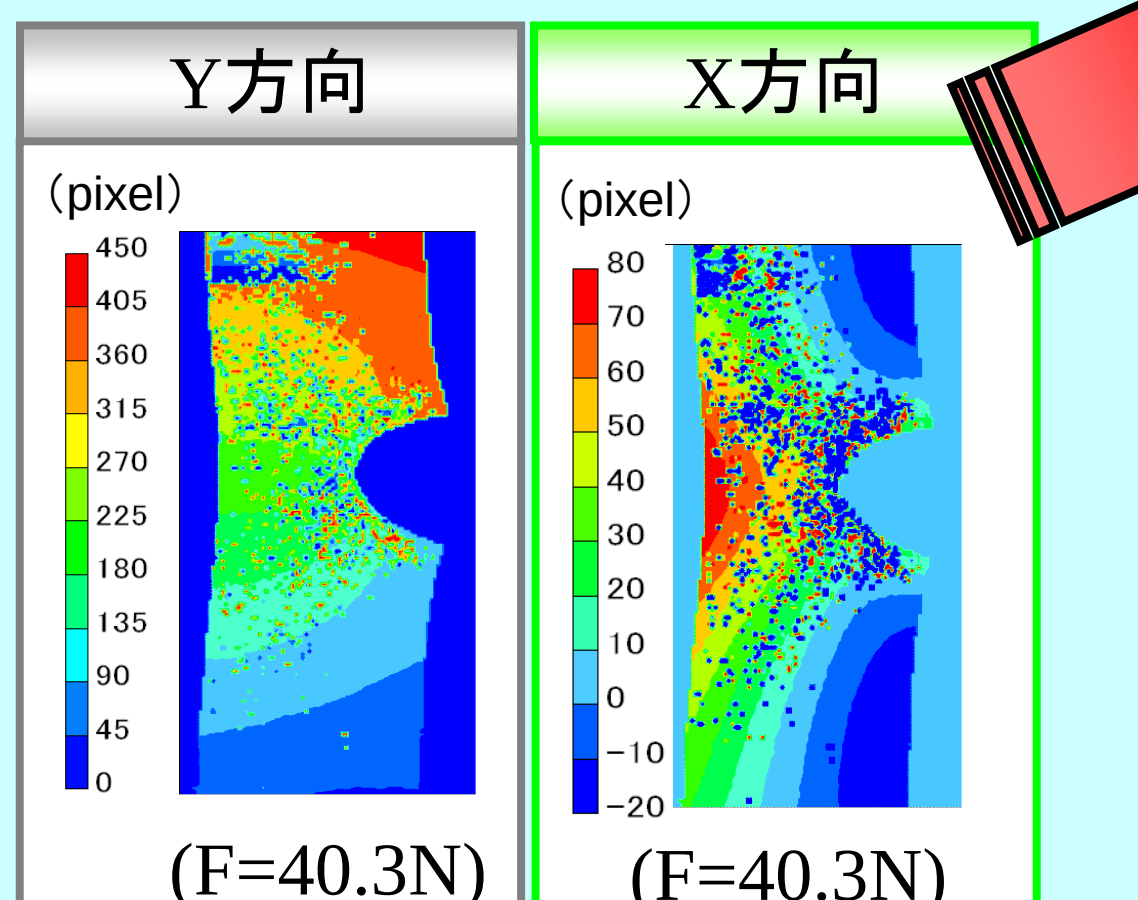
解析画像



試験片形状寸法

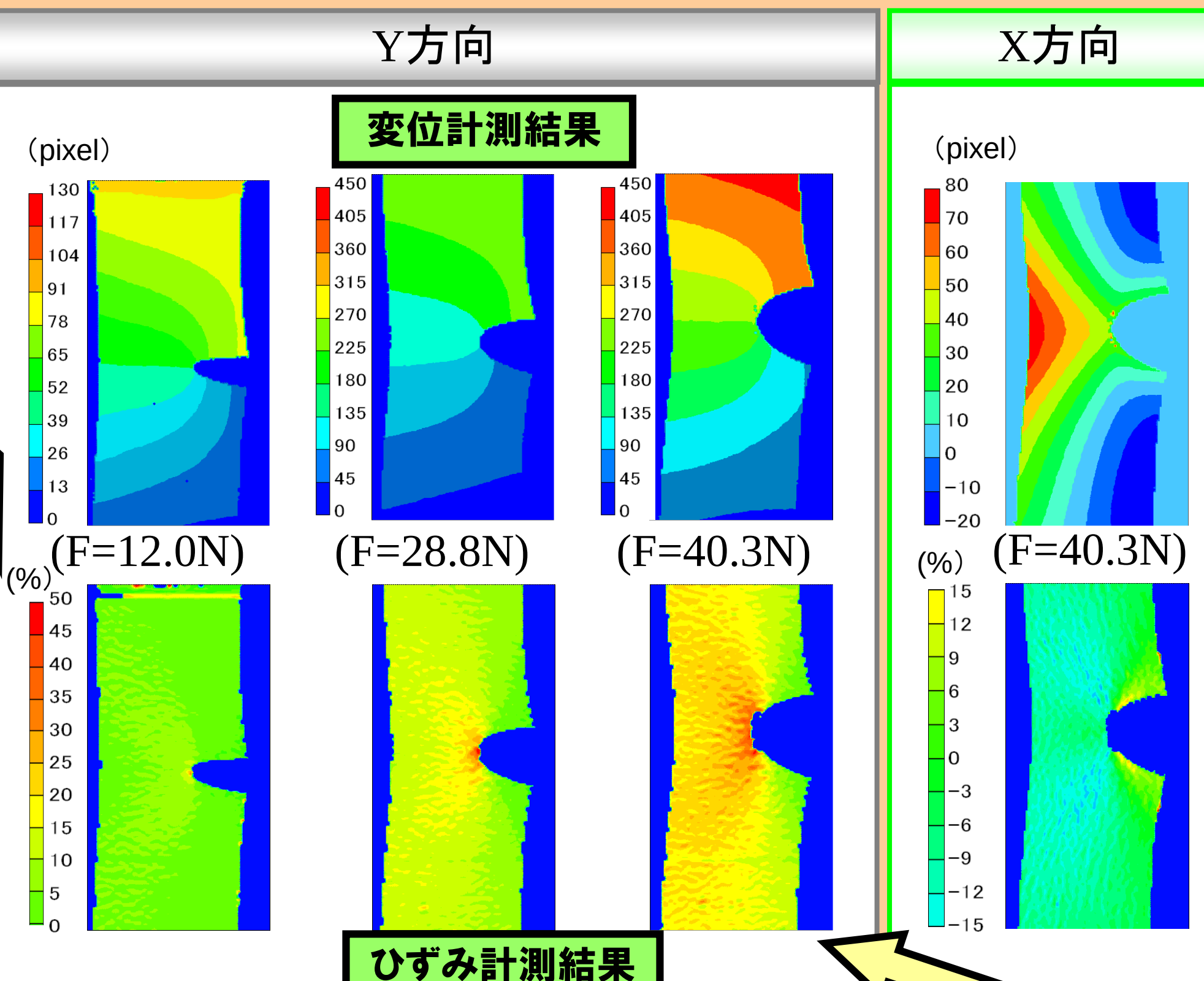


画像処理による変形計測のみでの照合結果



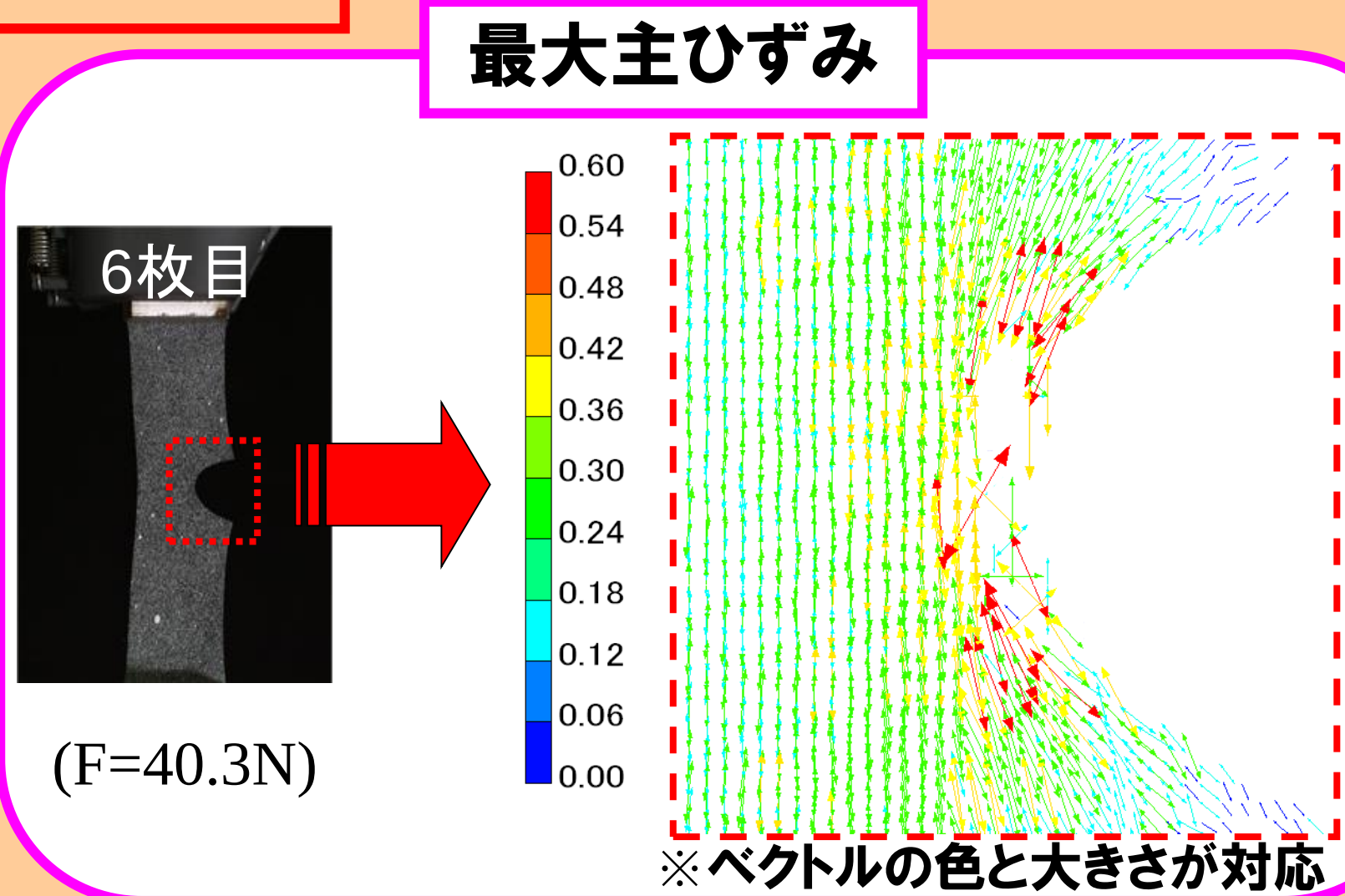
変位計測結果

増分加算型変形計測法



ひずみ計測結果

全視野にわたる変形ひずみ計測が可能

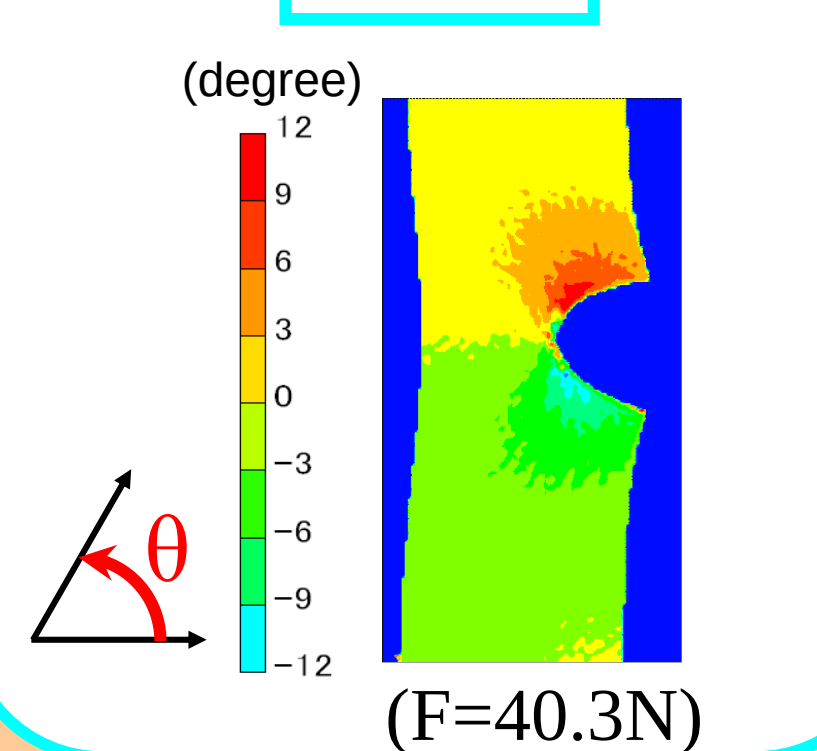


多軸ひずみ状態を把握することが可能になった

12° を越える**大回転時**でも変位計測が可能

金属では現れない**しま状**のひずみ分布

回転



結言

- 増分加算型変形計測法**を適用することでひずみが50%程度**大変形**、12° 程度**大回転時**においても**変形ひずみ計測が可能**であることを確認した。
- 本手法を適用することでひずみゲージでは困難であった**全視野**にわたる**多軸ひずみ状態**のひずみ計測が計測可能になった。

今後の展望

- 連続画像の特徴を活かして振動時、塑性時におけるひずみ場への応用を行う。
- ゴム材料等の柔軟材料のき裂進展メカニズムについて検討する。
- しま状のひずみ分布に関する考察を行う。