

広視野レーザ走査型干渉計を用いた 位相シフト不要な形状計測

NiiGATA
UNIVERSITY



新潟大学 工学部

機械システム工学科

教授 新田 勇

助教 月山 陽介

研究背景

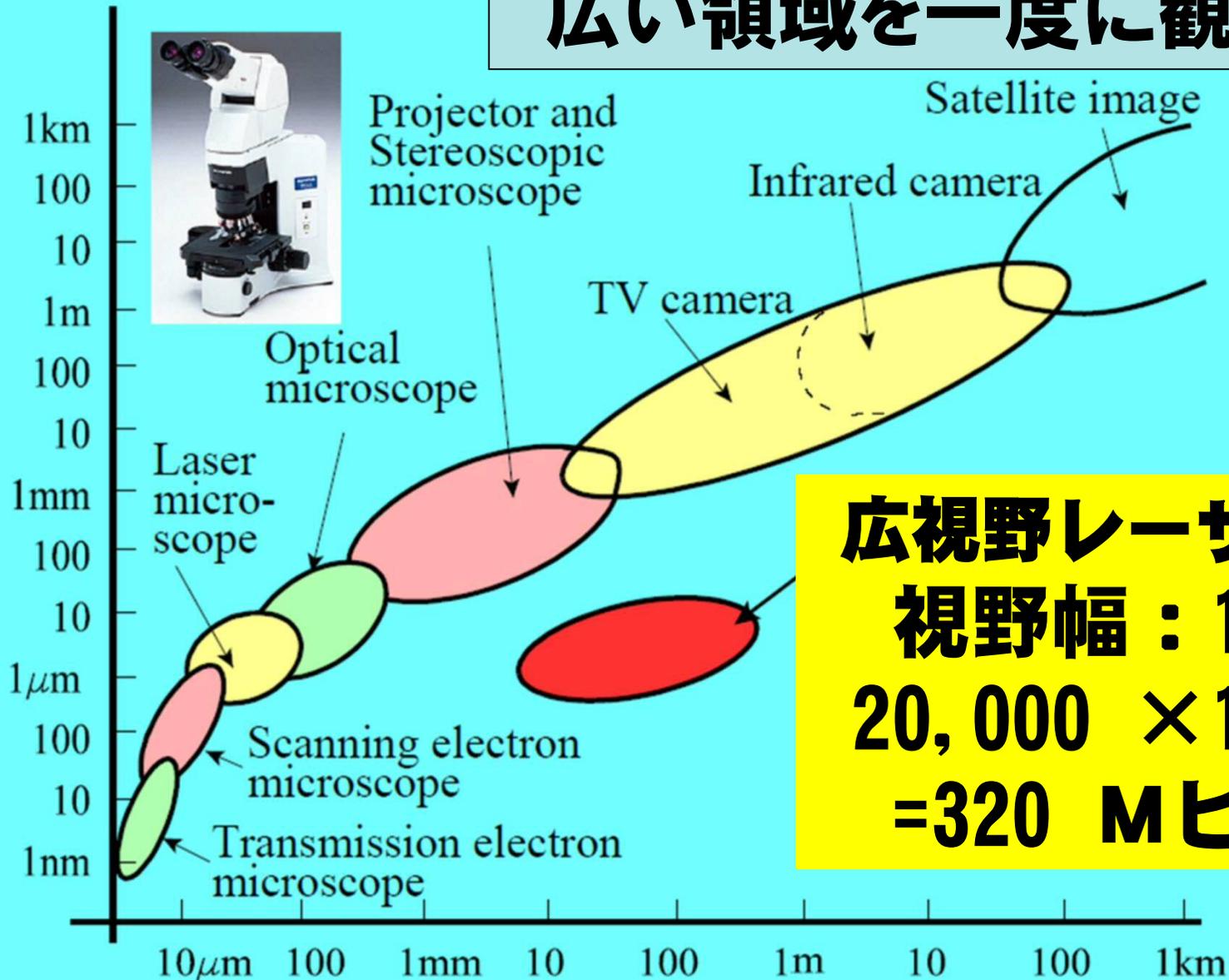
新技術内容

まとめ

研究背景

広い領域を一度に観察したい

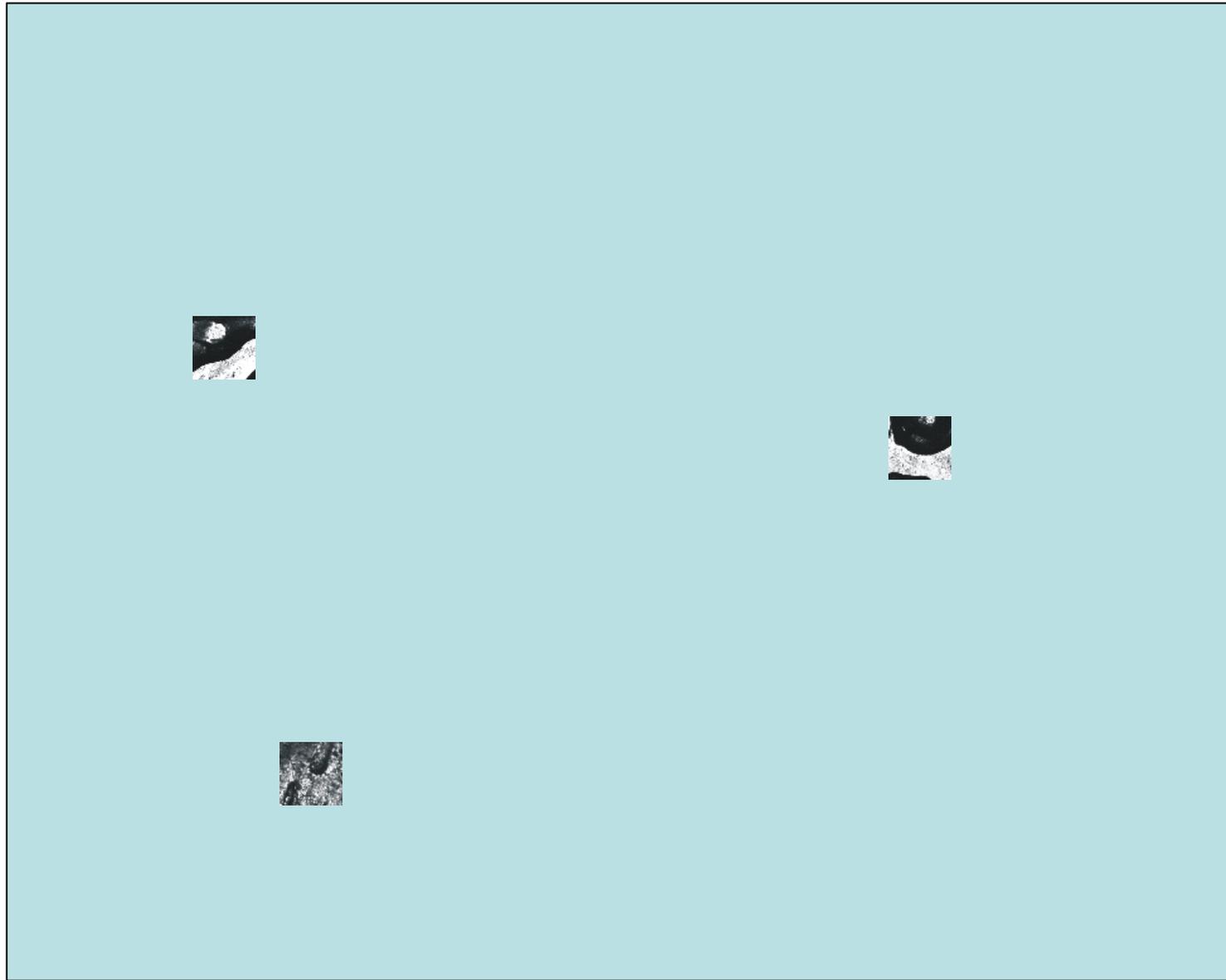
分解能



広視野レーザー顕微鏡
視野幅：10 mm
20,000 × 16,000
=320 Mピクセル

観察視野

広視野レーザー顕微鏡の観察例



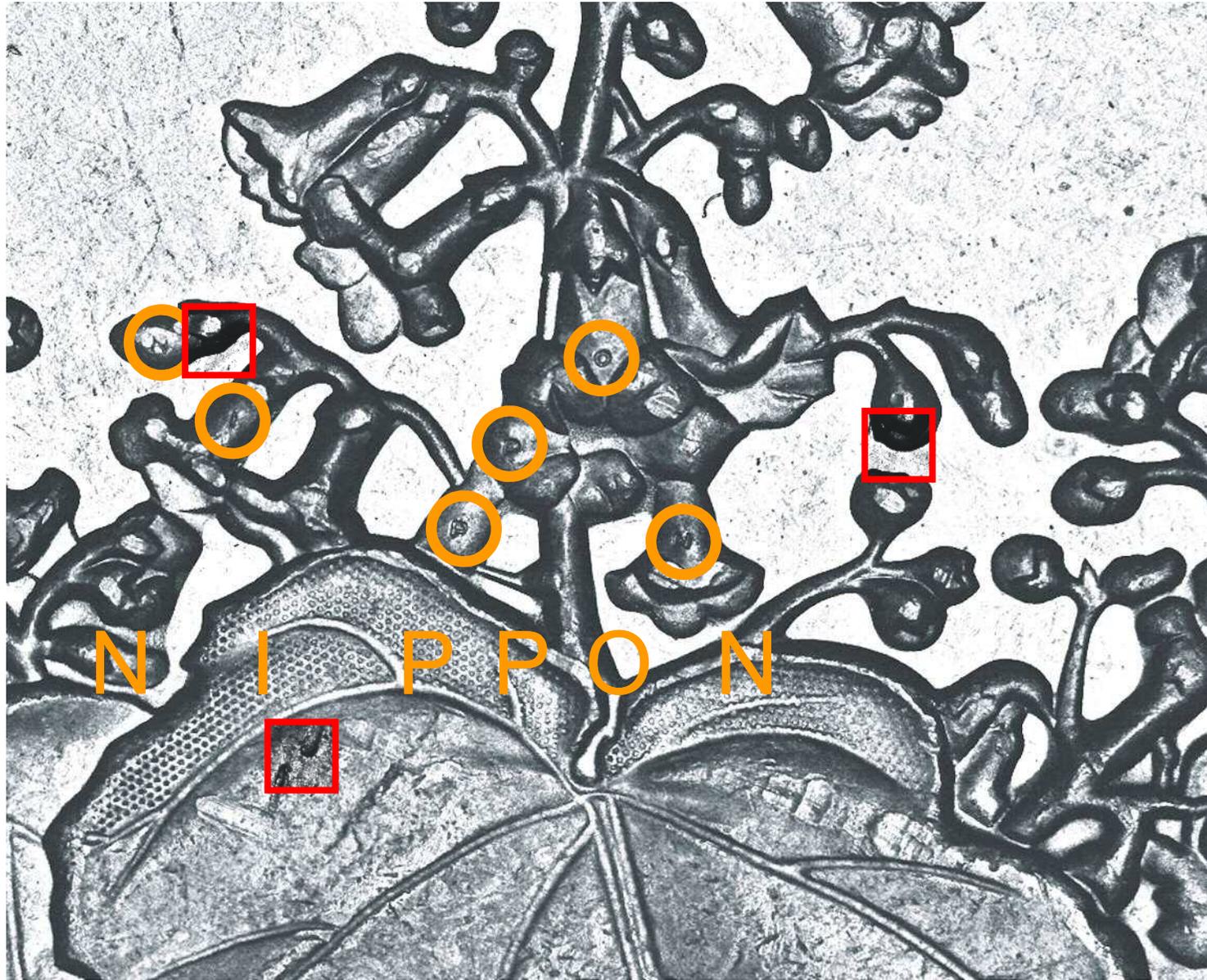
表面



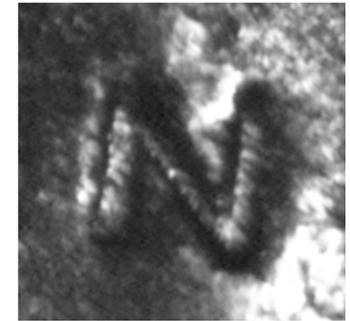
裏面

500円硬貨のマイクロ文字 (10mm×8mm)

広視野レーザー顕微鏡の観察例



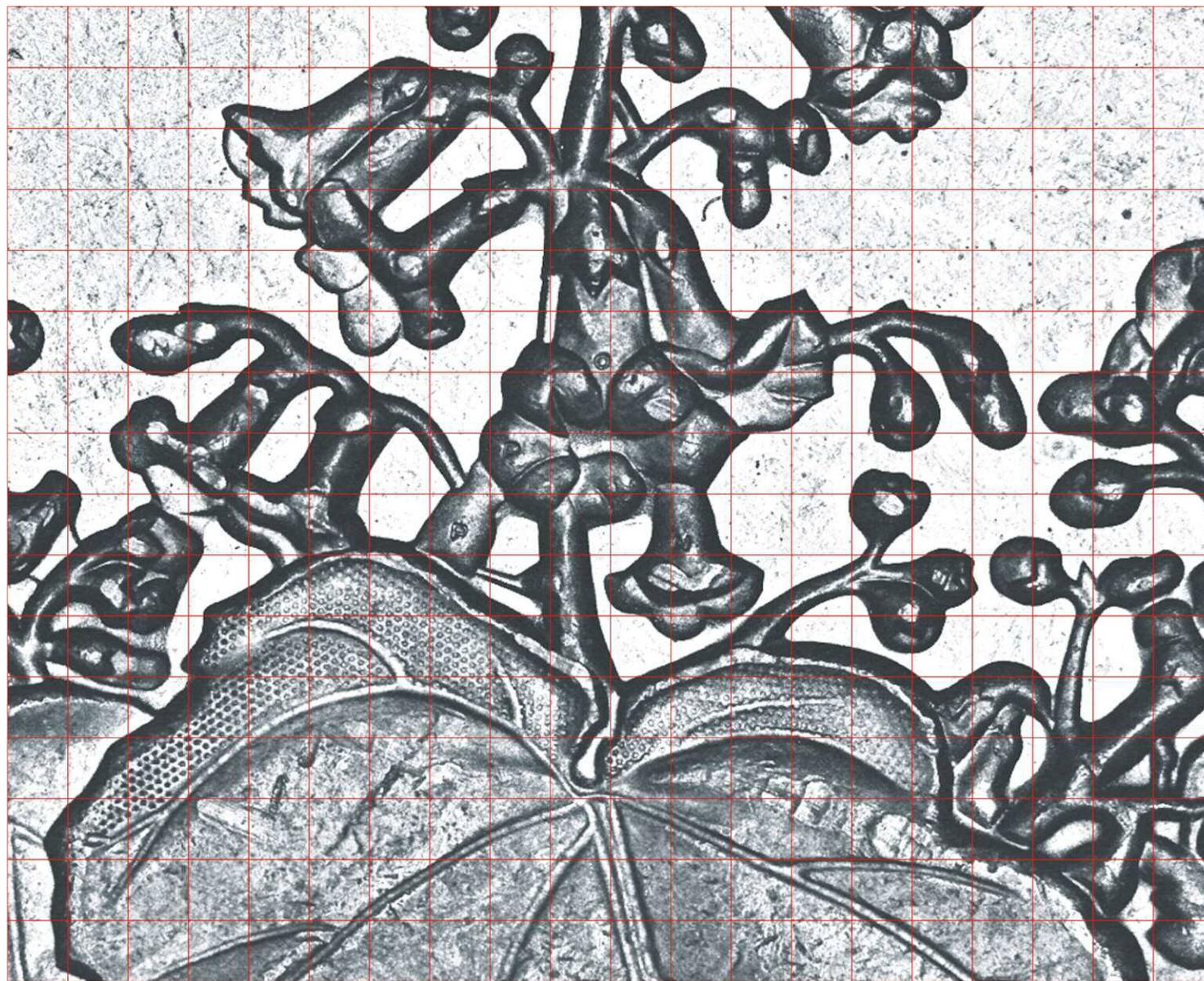
表面



50μm

500円硬貨のマイクロ文字 (10mm×8mm)

広視野レーザー顕微鏡の観察例



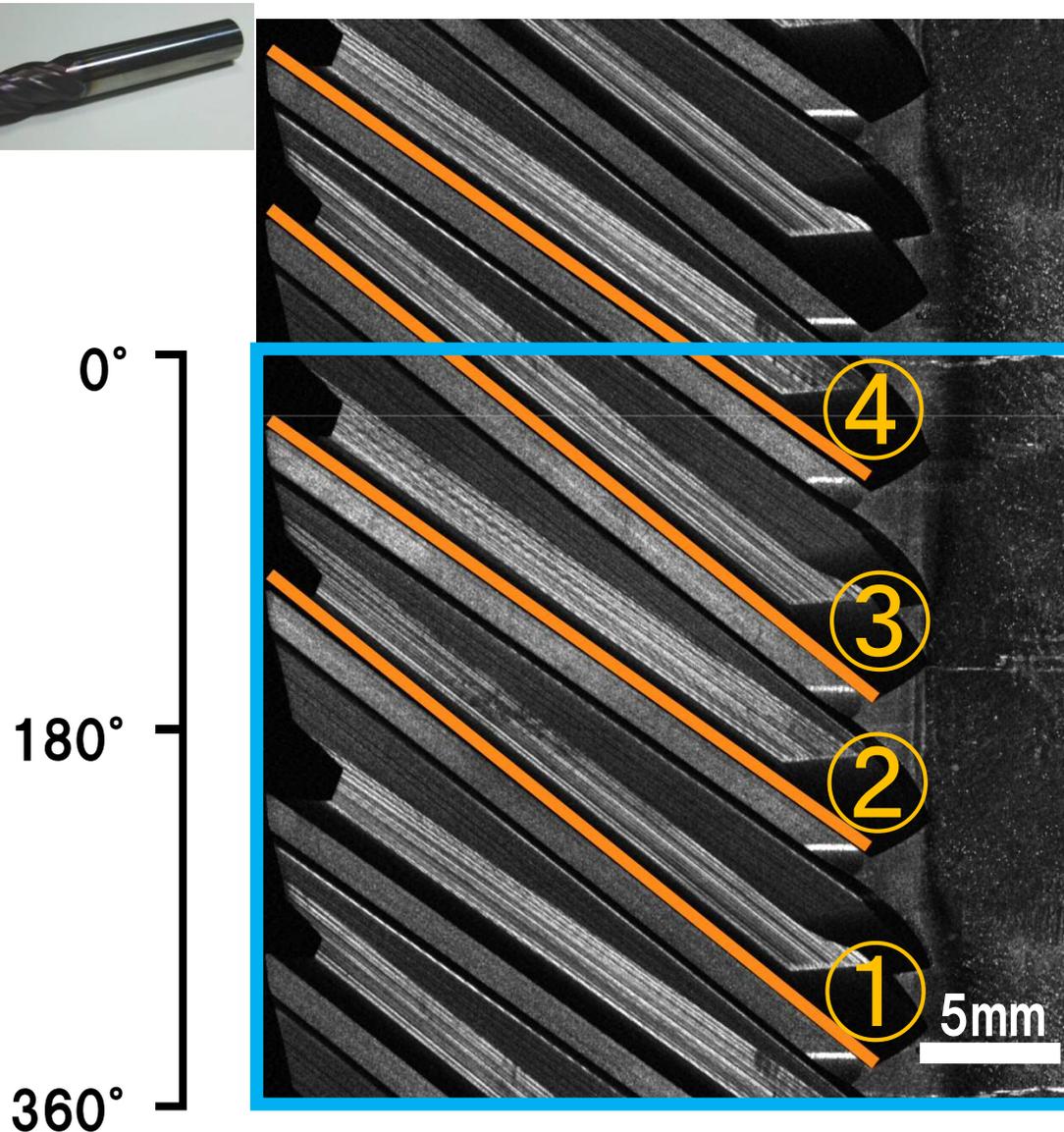
各格子が
同倍率の
光学顕微
鏡の一視
野に相当

すなわち、同倍率の光学顕微鏡の約400倍広い視野の観察が可能

広視野レーザー顕微鏡の観察例(円筒)

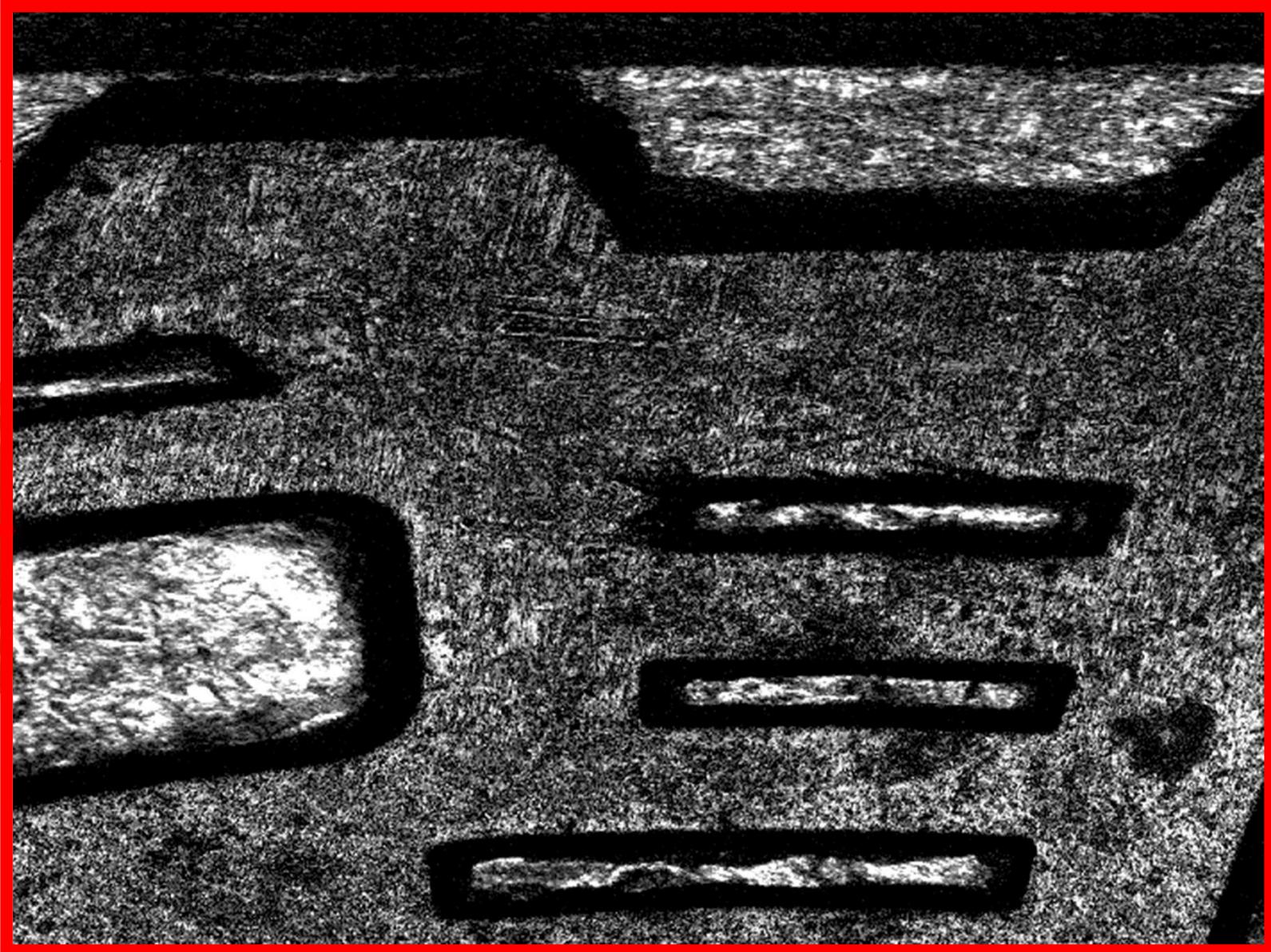
4枚刃不等リードエンドミルの観察結果

テレセントリックなレーザー光のため展開図の画像には歪みがない。



エンドミル一周分の画像. ①と③および②と④でリード角が同じ. よく見ると同じはずのリード角でも若干異なっていることが分かる.

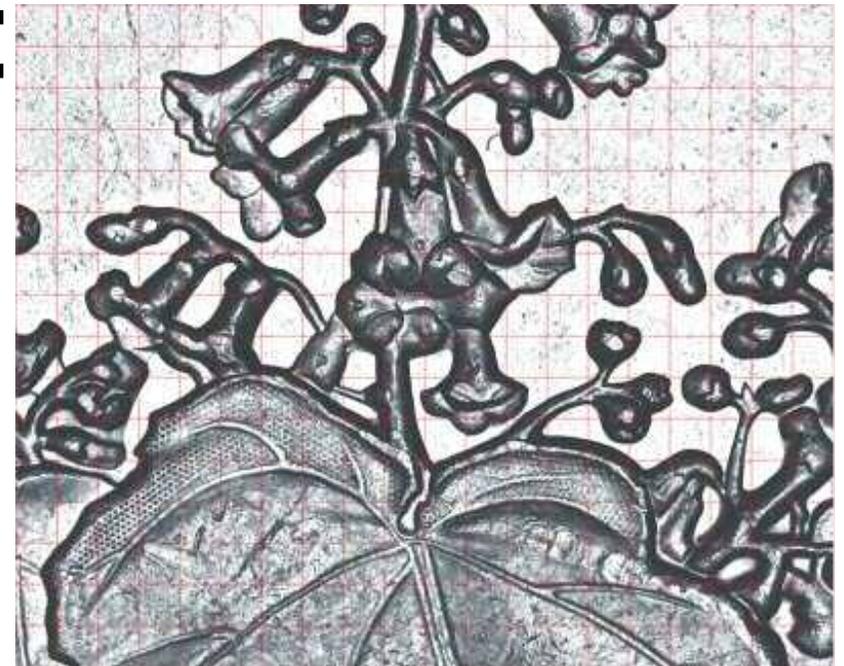
広視野レーザー顕微鏡の観察例(円筒端面)



広視野レーザー顕微鏡の観察

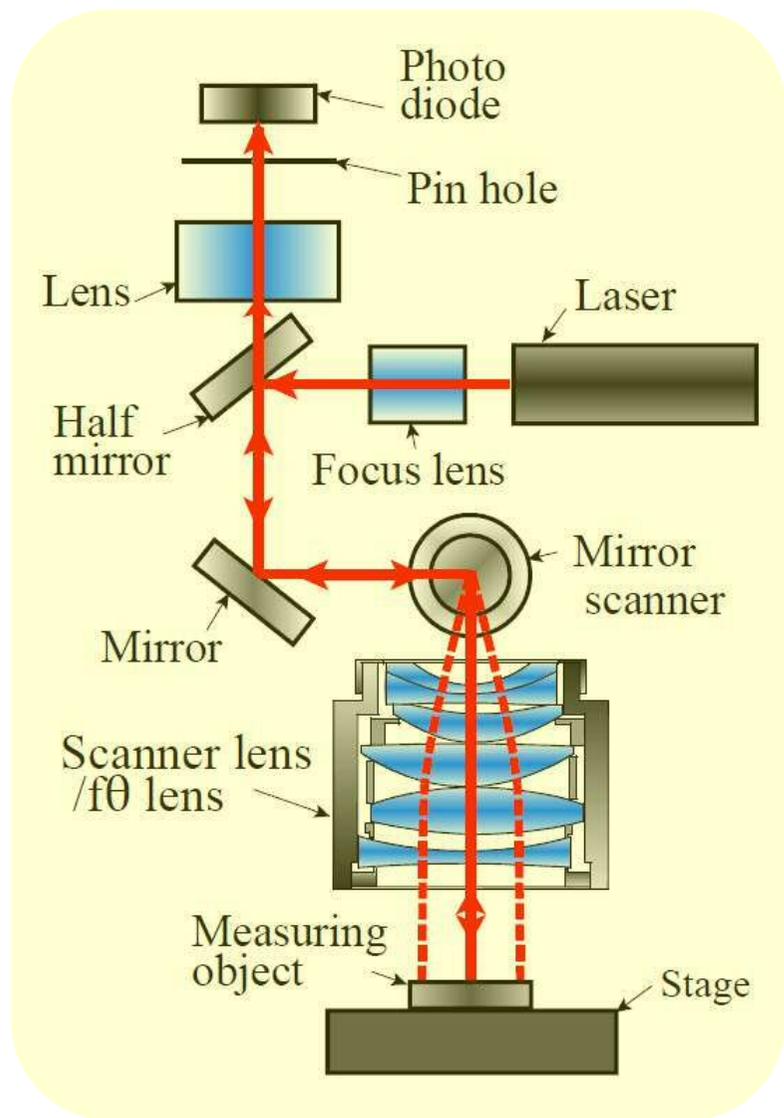
画像観察のまとめ

- 非常に広い表面の短時間観察を可能
(これまでは諦められていた)
- 平面, 円筒面, 円筒端面, 曲面
- スティッチング操作が不要
- 広い表面にわたる
ナノレベル欠陥検査



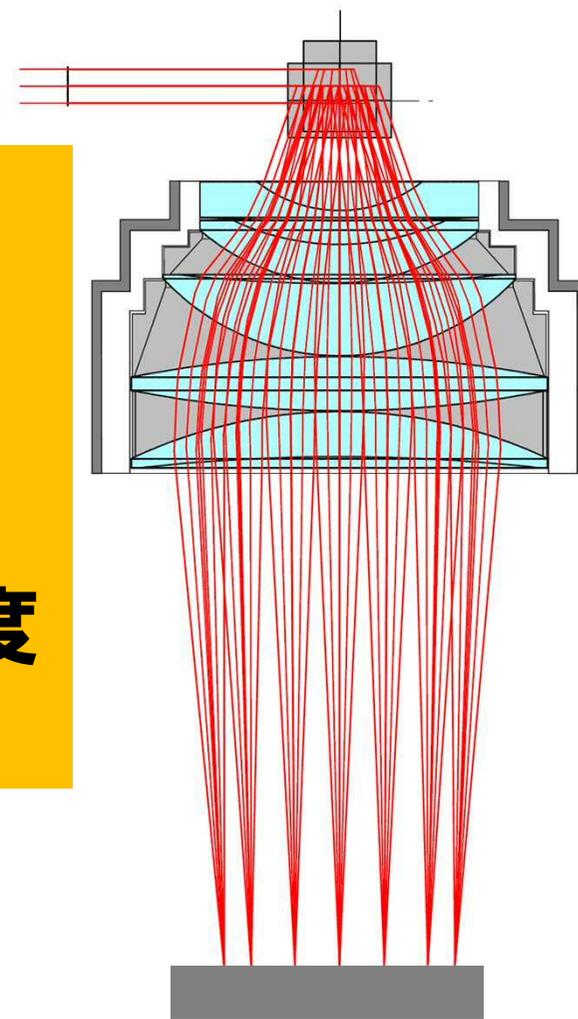
広視野レーザー顕微鏡の観察

問題点：広視野化のために深さ方向の解像度が犠牲



広視野レーザー顕微鏡の概略図

広い走査幅
↓
NAの低下
↓
深さ方向解像度
低下

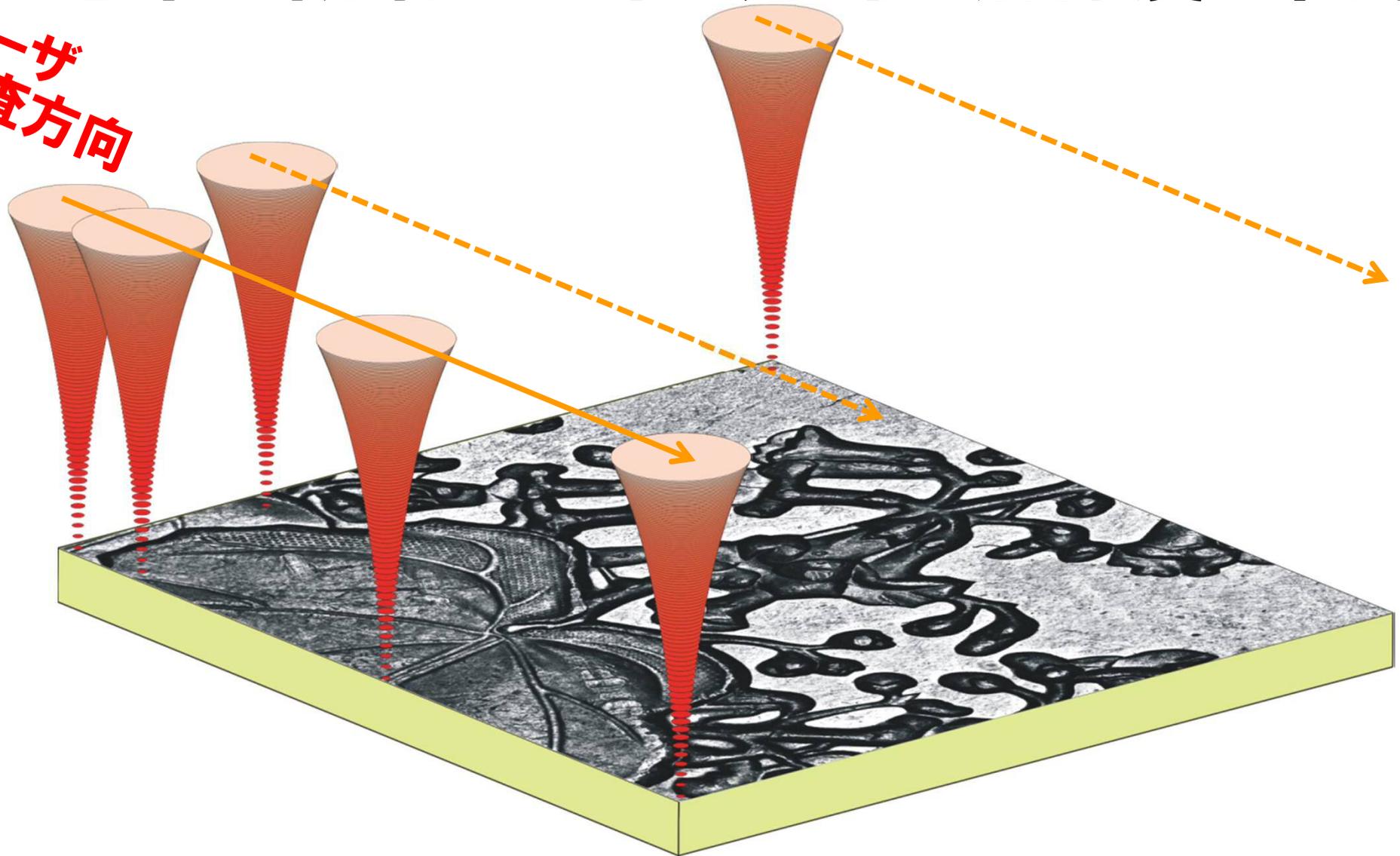


レーザー走査用fθレンズの概略

広視野レーザー顕微鏡の観察

通常の観察では深さ方向の解像度が低下

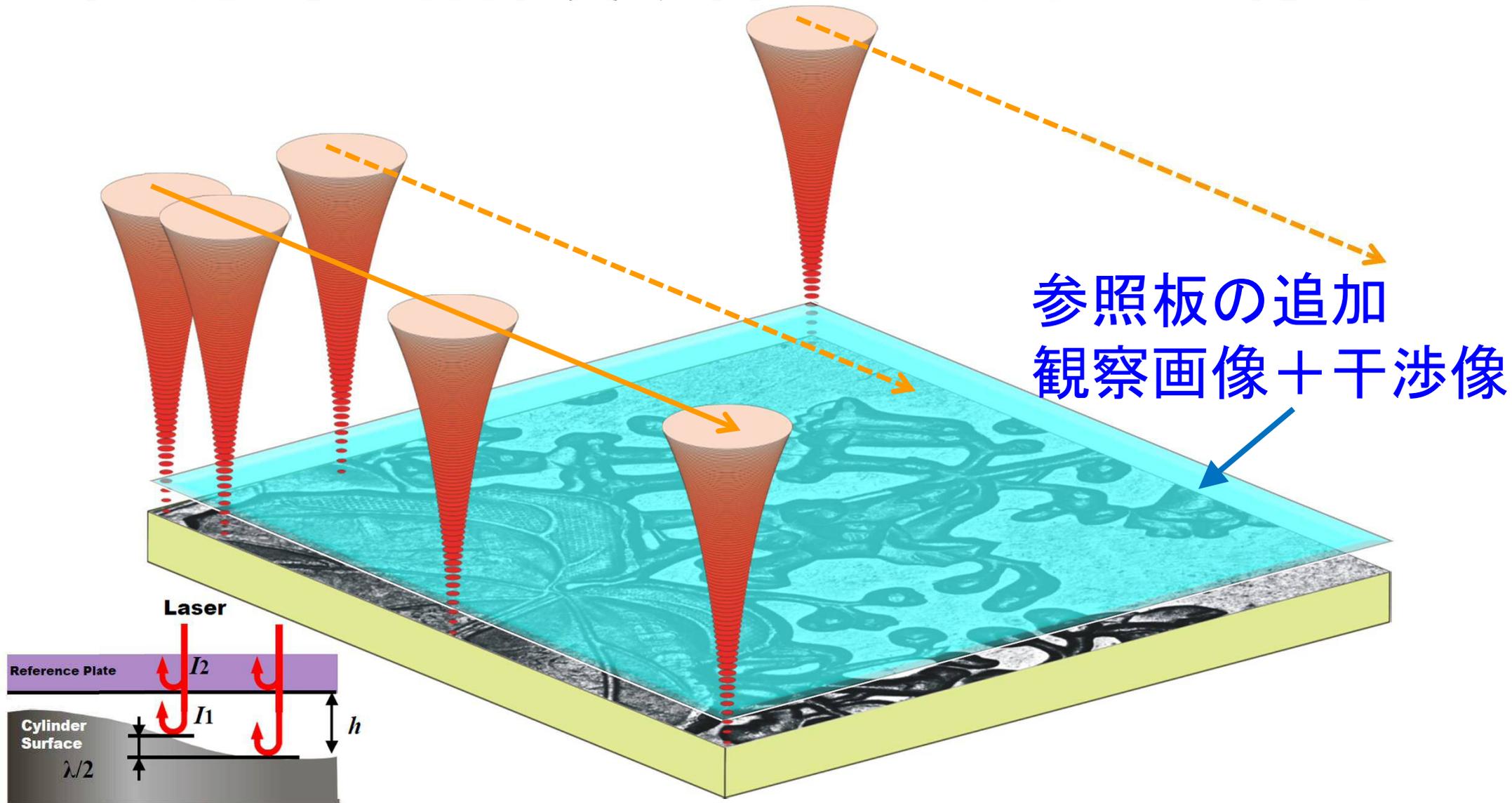
レーザー
走査方向



500円硬貨 (10mm×8mm)観察のイメージ

広視野レーザー顕微鏡の観察

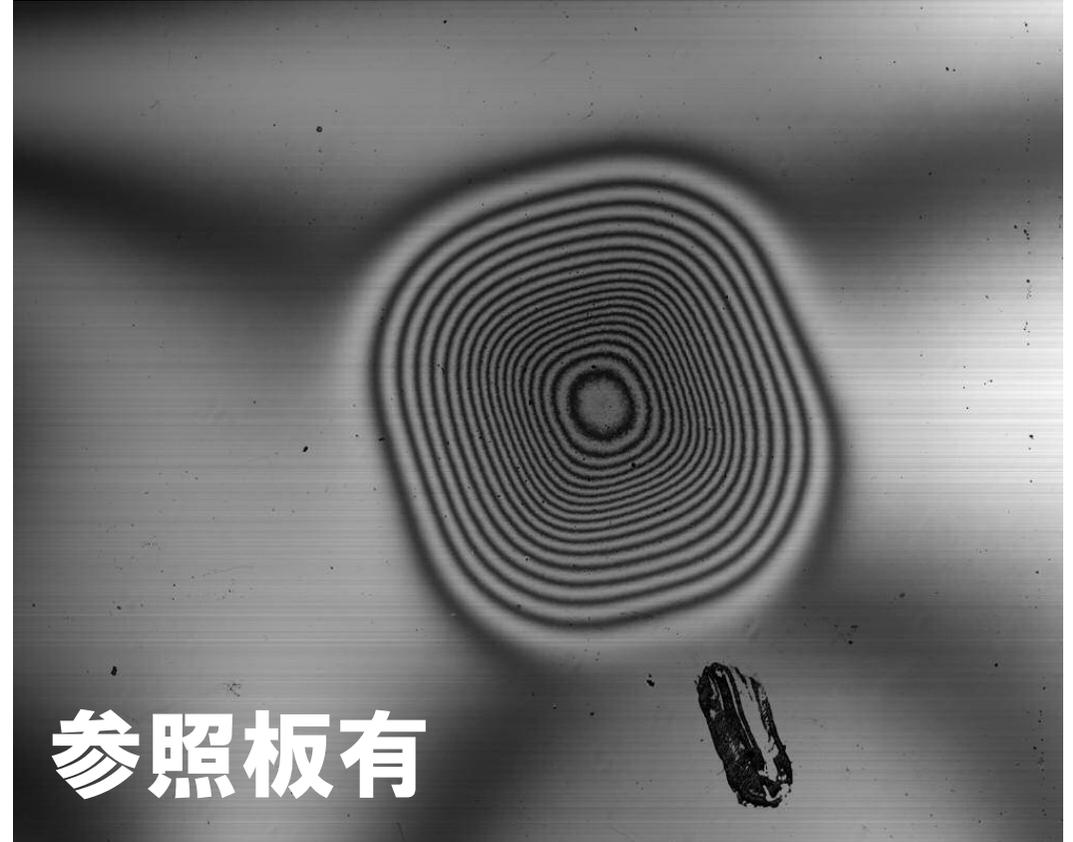
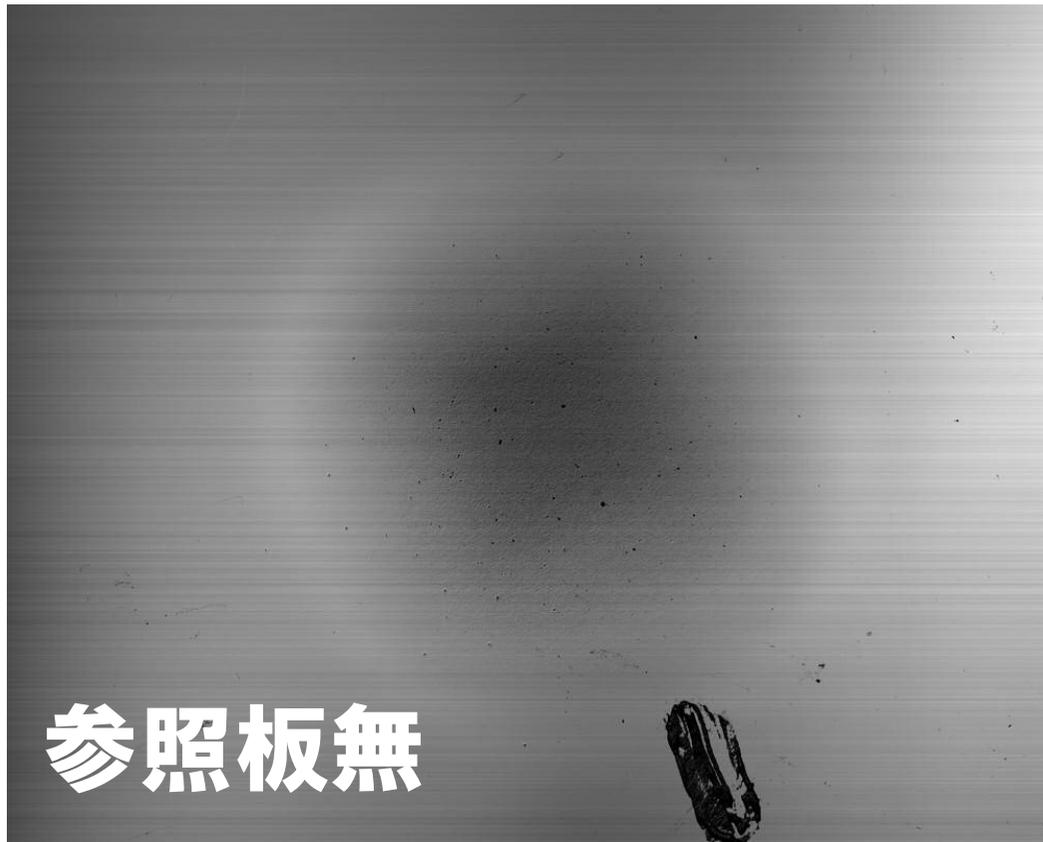
深さ方向の解像度改善 → 干渉法を利用



500円硬貨 (10mm×8mm) 観察のイメージ

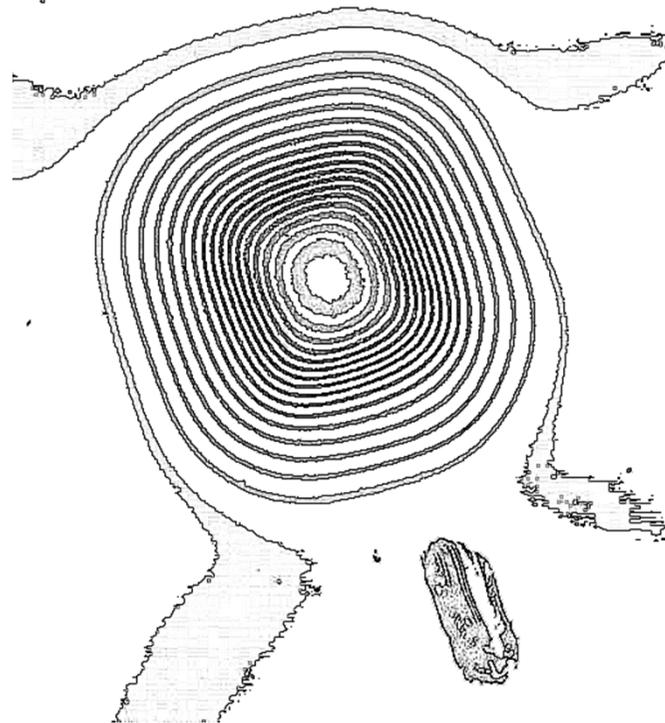
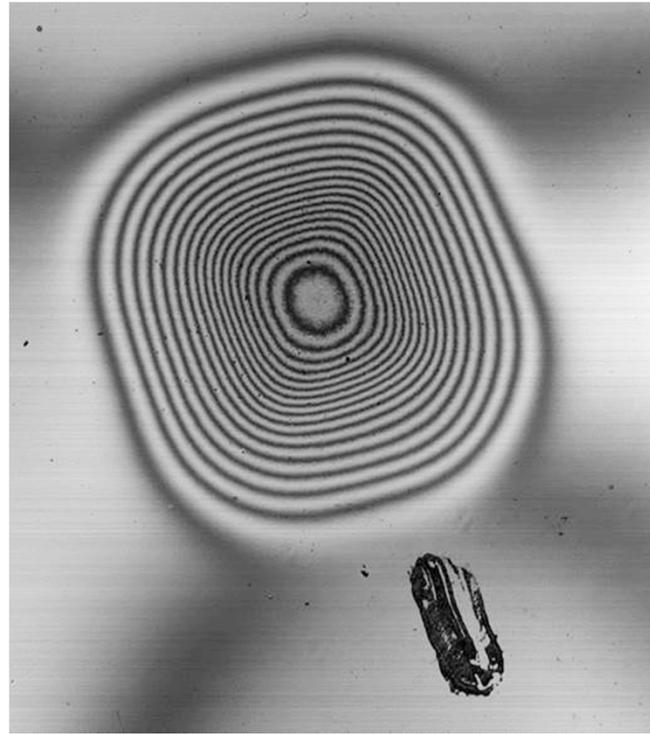
広視野レーザー顕微鏡の観察

レーザー干渉技術により深さ方向の測定精度改善



広視野レーザー顕微鏡により干渉計が構成できる
ことは既に報告してきた

広視野レーザー顕微鏡の観察



干渉縞だけではそれらの相互の高さ関係が不明. 位相シフト法が必要

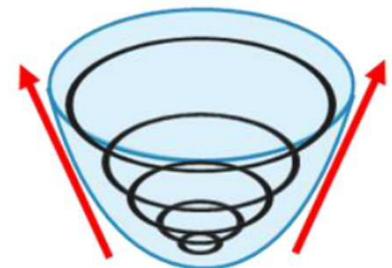
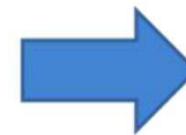
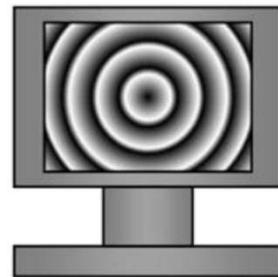
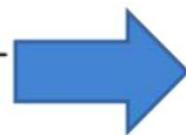
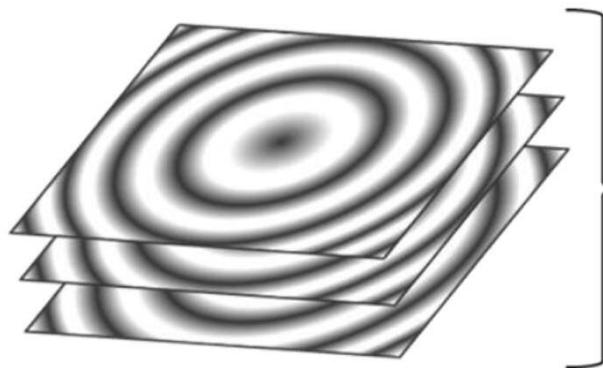
位相シフト法とは：

①参照板を移動し

画像を3~5枚取得

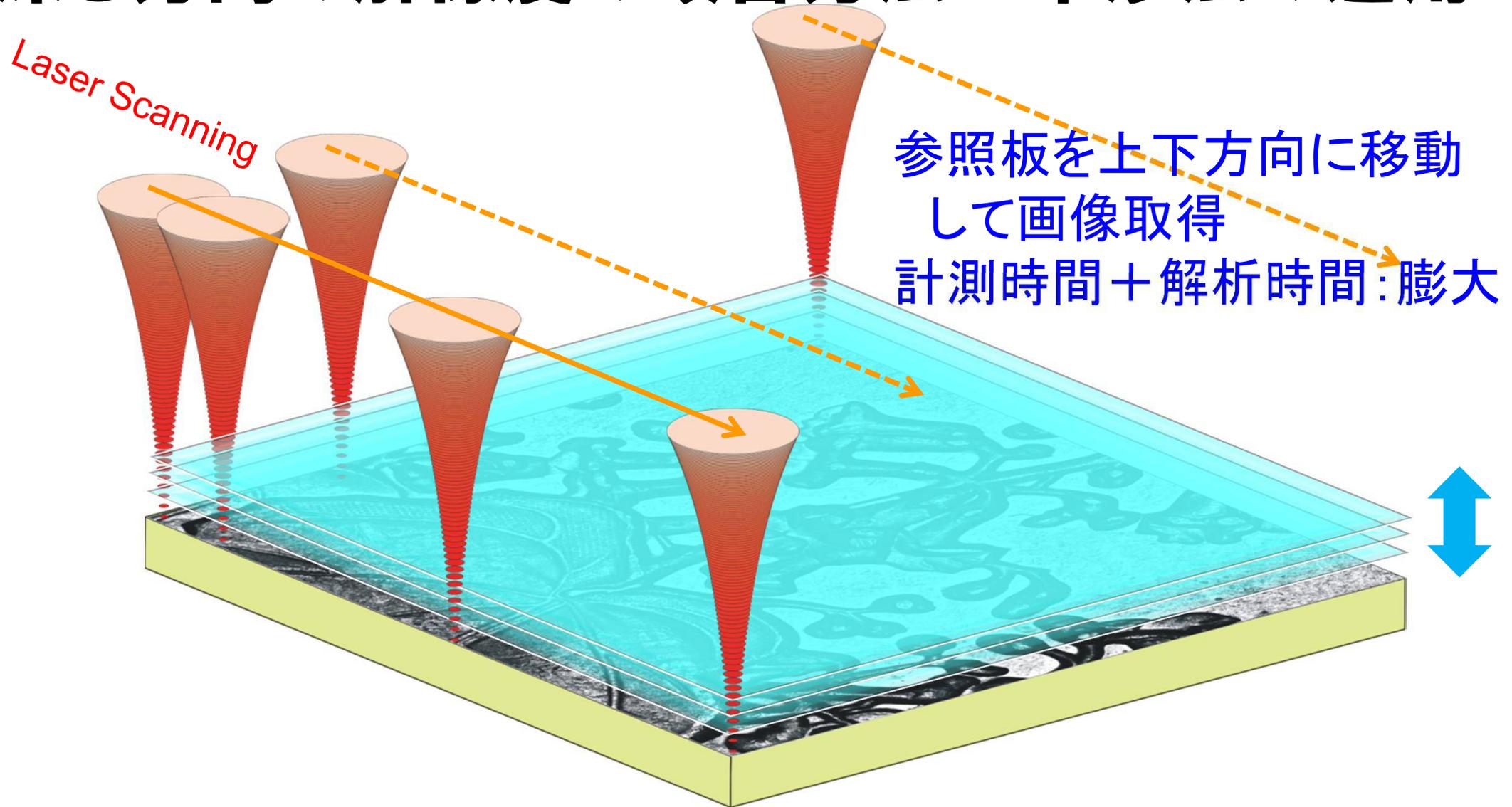
②縞の動きを解析

③傾斜方向を判断



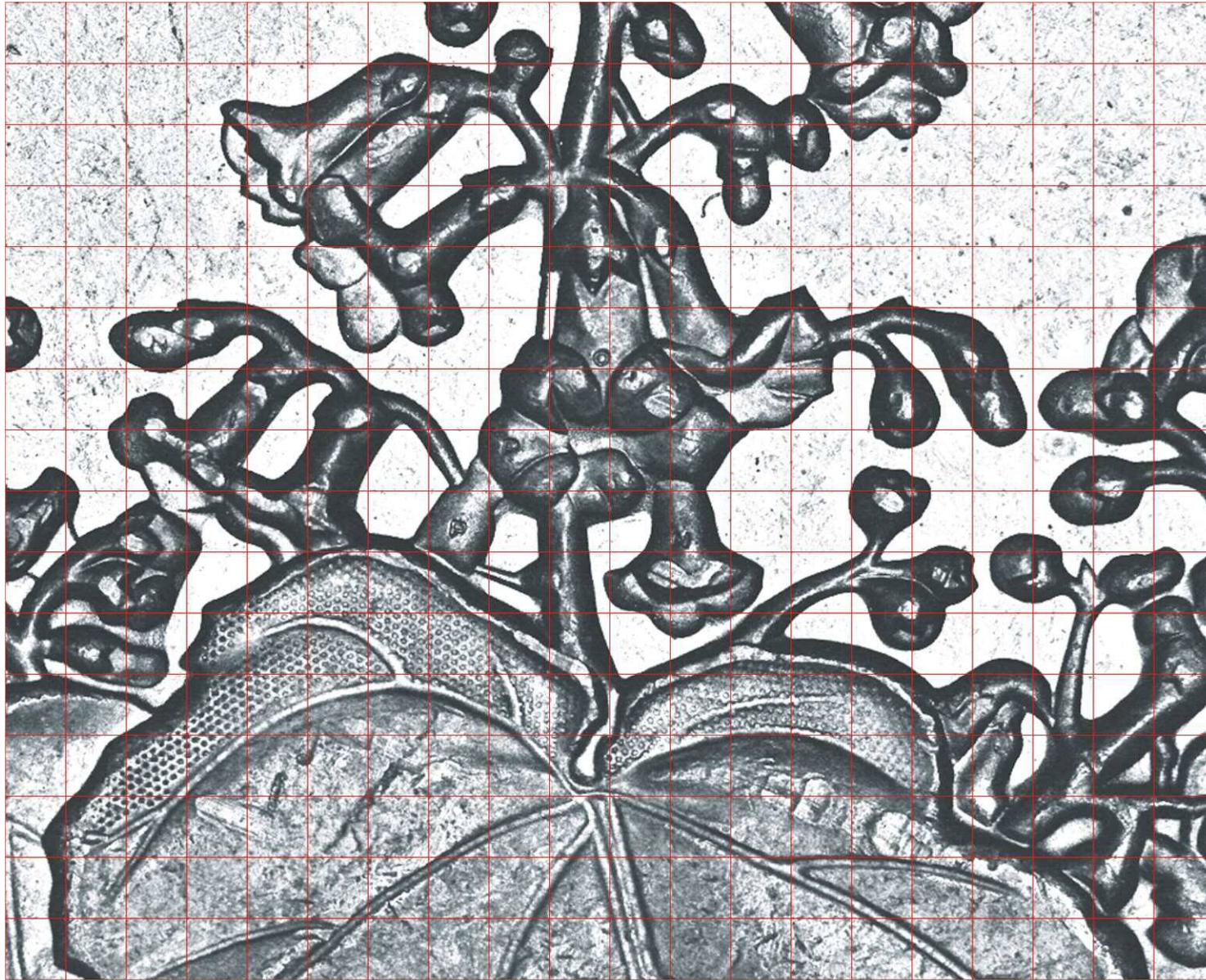
広視野レーザー顕微鏡の観察

深さ方向の解像度の改善方法→干渉法の適用



500円硬貨 (10mm×8mm)観察のイメージ

広視野レーザー顕微鏡の観察



広視野化は画像計測上ではメリットであるが、位相シフト法の適用は計測時間と解析時間が膨大でデメリットになる。

位相シフト法の煩わしさを解消する方法が必要

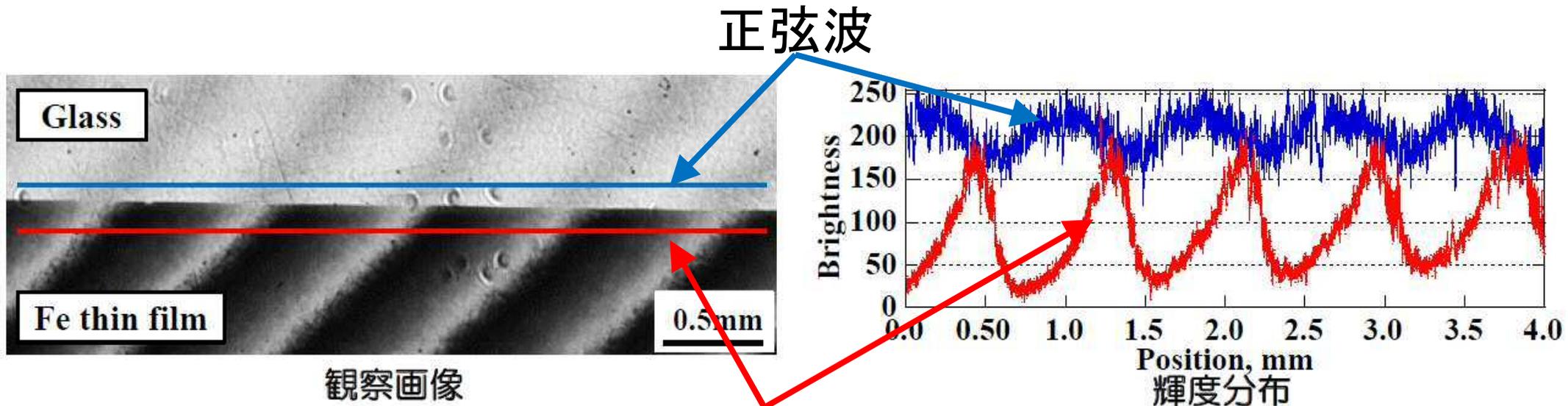
研究背景

新技術内容

まとめ

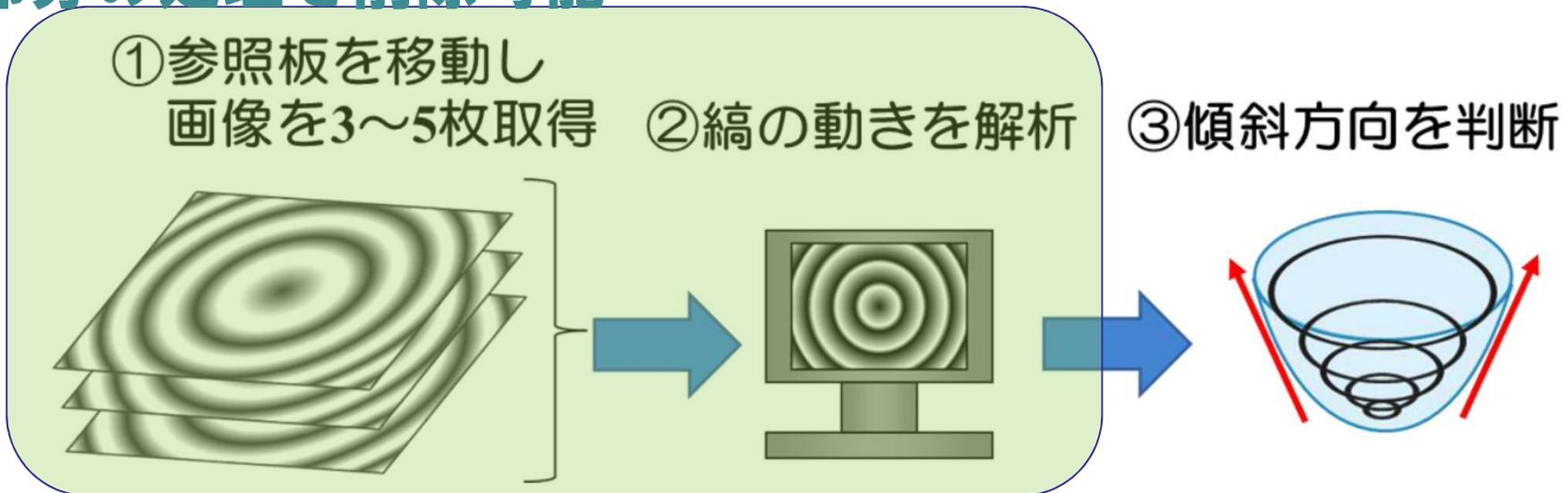
新技術の基となる研究成果・技術

参照板に金属薄膜を付けることで、1回の観察で位相像が得られる。

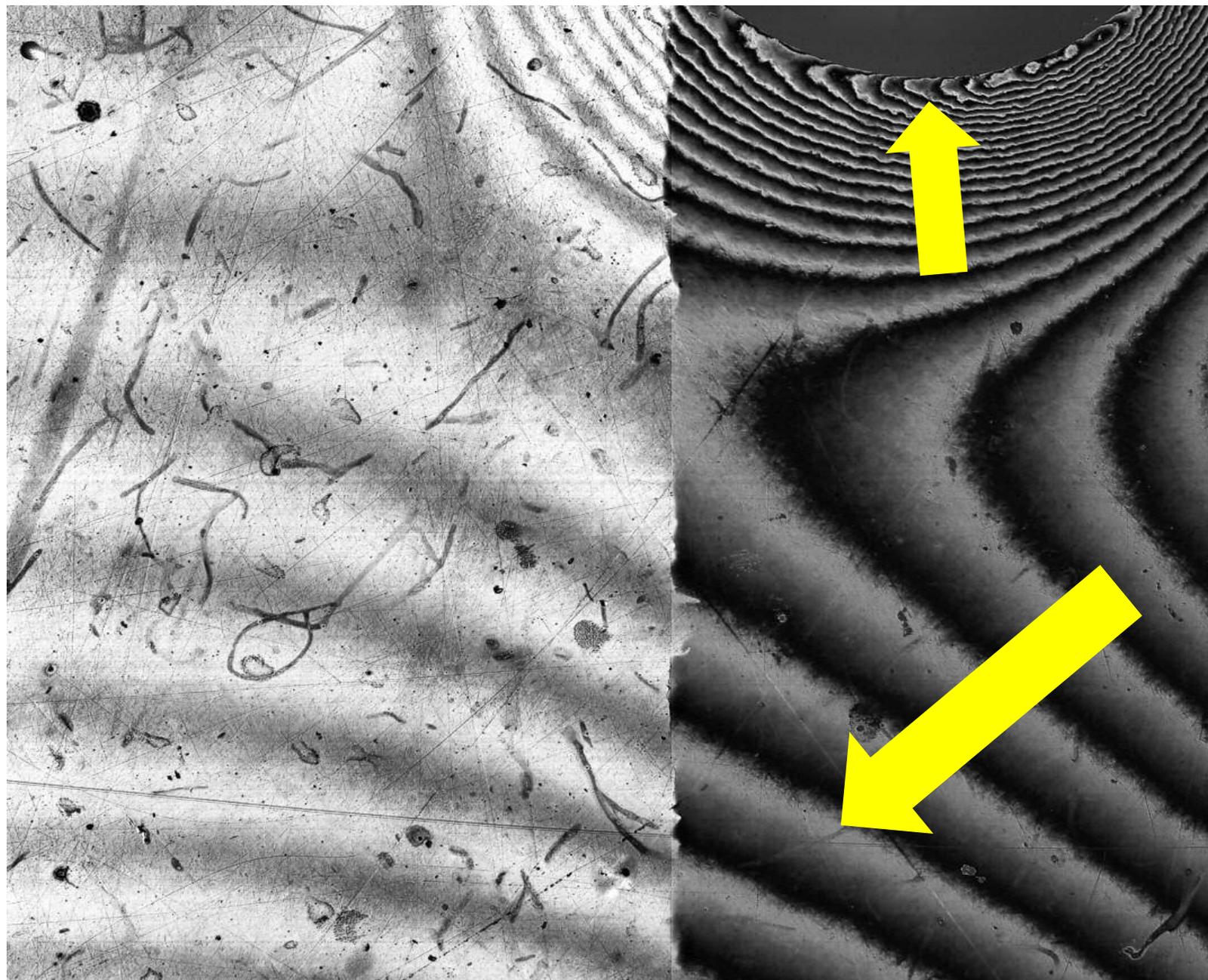


非正弦波, ノコギリ波

この部分の処理を削除可能



新技術の基となる研究成果・技術



黄色い矢印
の方向に向
かって高く
なっている。

1回の観察
で干渉縞の
高低関係が
把握できる。

ガラス参照板

金属薄膜有り

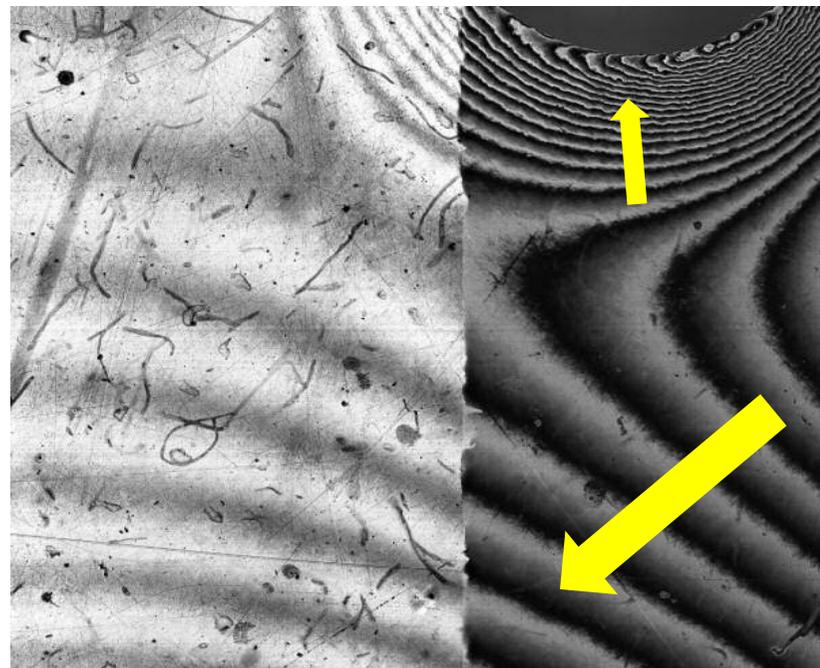
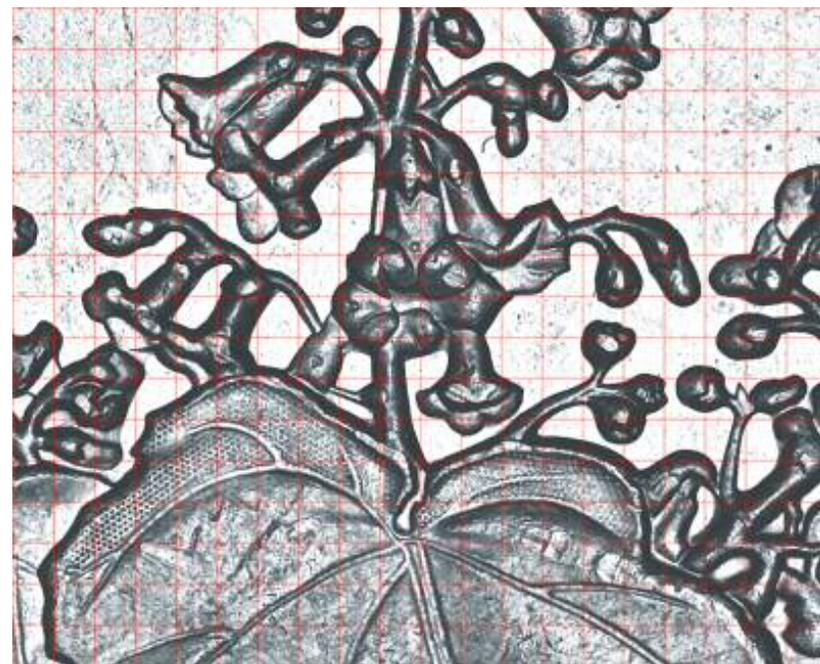
新技術の内容紹介について

本手法は、これまで開発してきた広視野レーザ顕微鏡を干渉計として使用すると共に、特別な参照板を用いることで、干渉縞の高低関係を1度の計測で決定できる方法である。

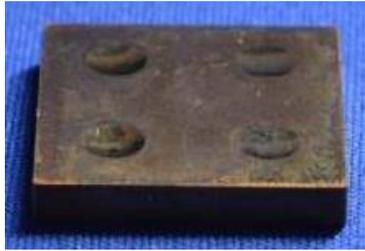
①広い領域のナノレベルの形状計測が可能

②参照面と測定面を接触させることが可能なので、振動などの外乱に強い

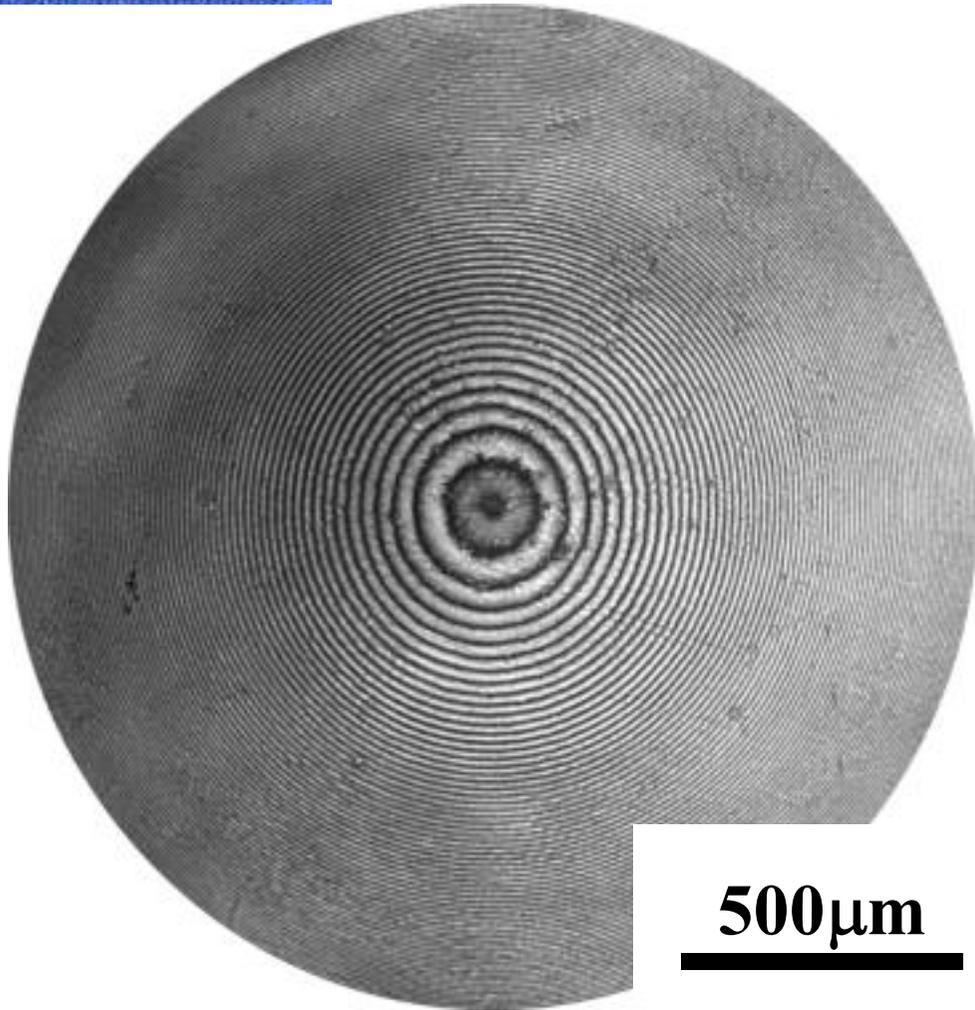
③円筒形状の表面全体のナノレベル形状計測が可能



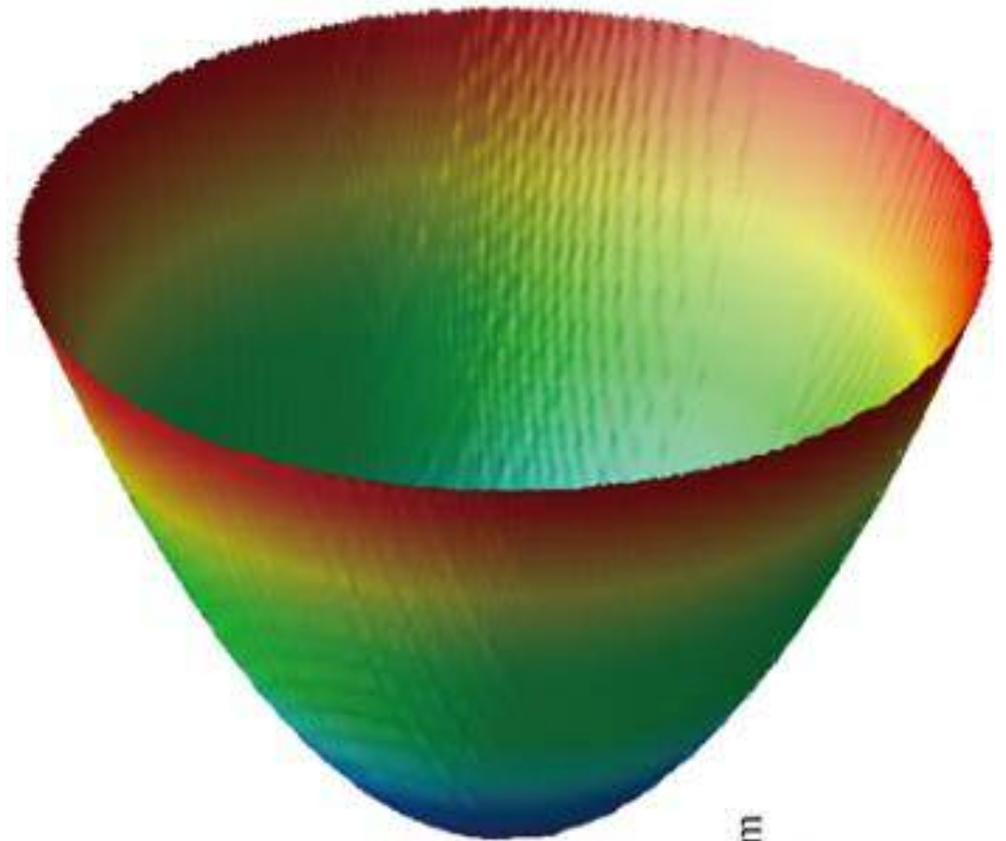
新技術の内容紹介について



非球面レンズ金型を
模した試験片



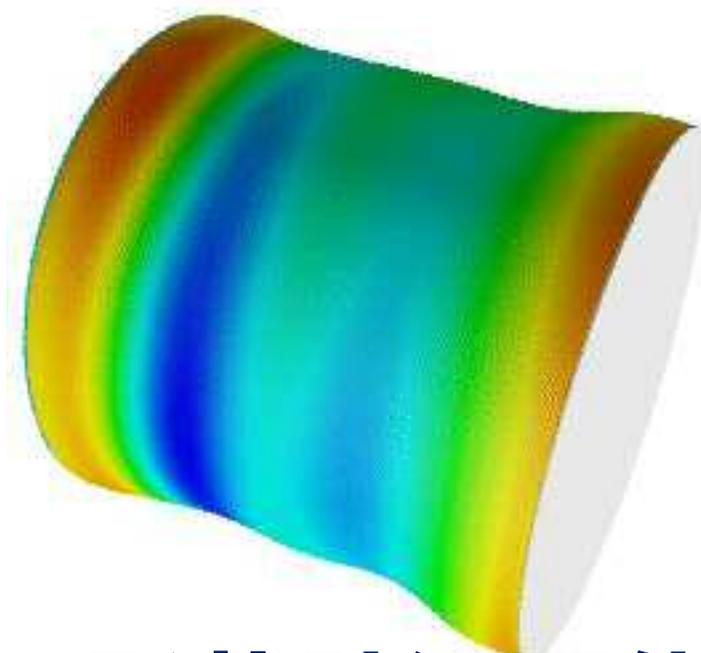
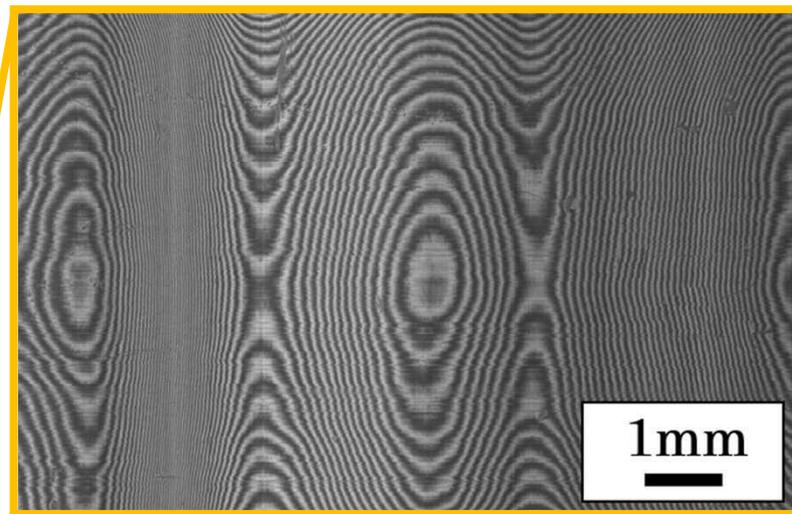
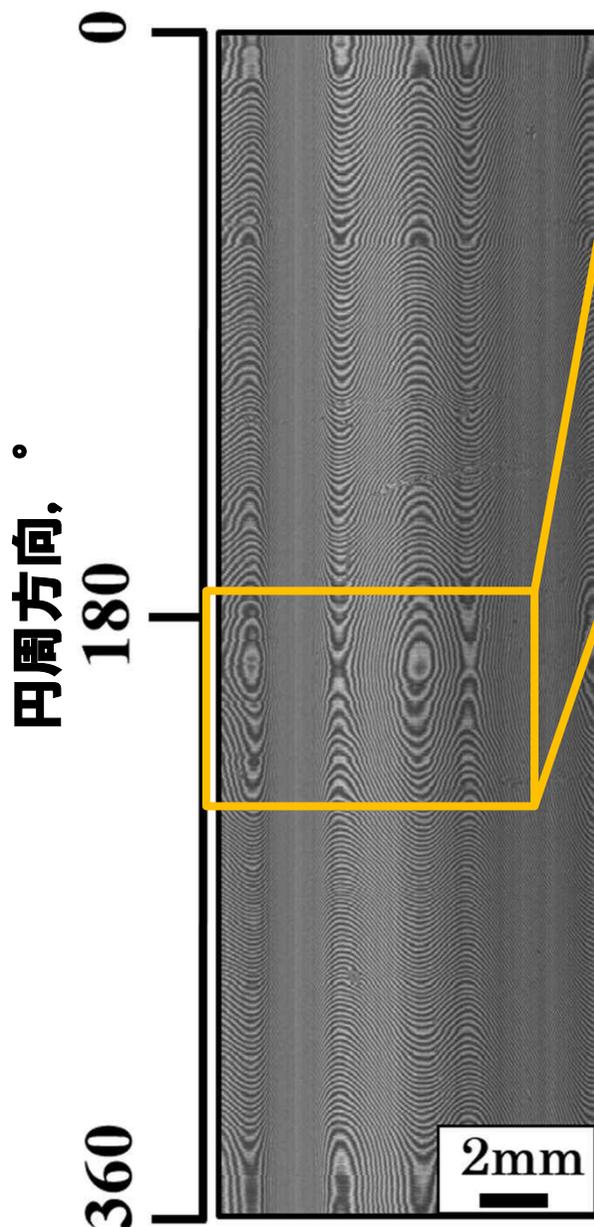
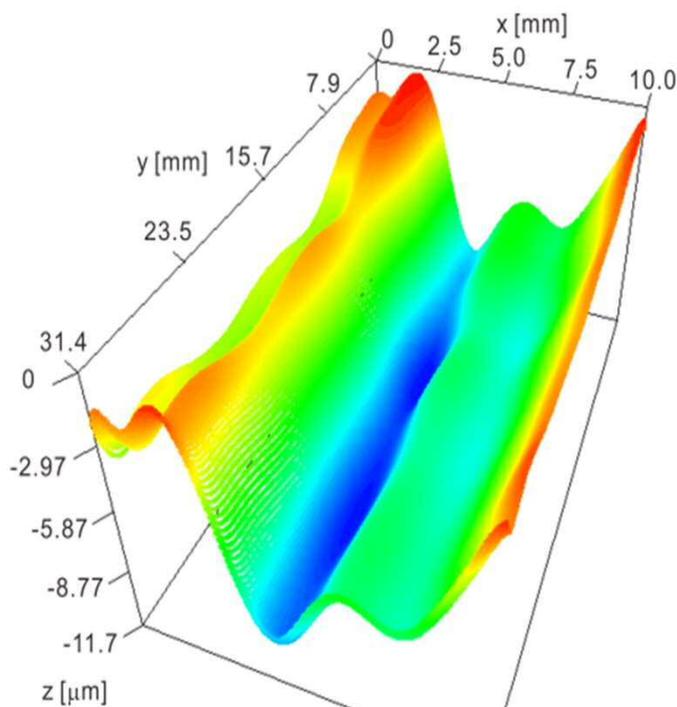
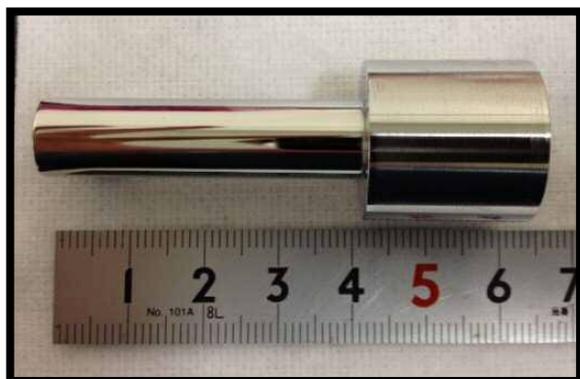
500μm



10 μm
0.5 mm 0.5 mm

新技術の内容紹介について

■ 円筒試験片



1回の計測で円筒面の形状計測可能

従来技術とその問題点

広い表面にわたり形状をナノレベルで計測する手法は開発されているが、観察視野が狭いため、ステッチングなどの面倒な手法が必要であった。顕微干涉計が従来技術として存在する。

- 対物レンズを使用しているために、視野を広く出来ない。
- ステッチング技術は適用できるけど、ナノレベルで計測データを合わせられない。
- 干渉法では振動の影響を避けることが困難。

等の改良すべき問題がある。

新技術の特徴・従来技術との比較

- **視野が広いので従来技術の観察方法では難しかった、広い表面や、複雑形状の円筒面であっても形状計測が可能である。**
- **位相シフト法のような複数回の計測を必要としないので、広い表面のナノレベル形状計測であっても従来法より短い時間で実施可能である。**
- **参照板を深さ方向に移動させる必要がないので、試験面と参照板を接触させることが可能となり、振動の影響を極めて受けにくい。**

研究背景

新技術内容

まとめ

想定される用途

- **広い表面の空間分解能が高い形状計測は実施例がほとんど見当たらない。転がり軸受やスピンドルのような高精度円筒形状部品の形状や傷の検査などに適用することで検査効率のメリットが大きいと考えられる。**
- **上記以外に、シリンдриカルレンズなど通常の方法では難しい形状測定などに効果が大きいことも期待される。**

想定される業界

- **利用者・対象**

ベアリングや加工工具,

高精度金型および,

レンズ製造メーカーの加工工場

ロール・ツー・ロール生産方式の研究所等

実用化に向けた課題

- **現在，基本的な観察が可能なところまで開発済み。しかし，観察スピードについては，解析ソフトウェアなどを適用先の要望に応じて改良する必要がある。**
- **実用化に向けて，高さデータの精度を可能な限り向上できるように技術を付加する必要がある。**

企業への期待

- **広い表面を高精度に測定しなければならないという課題を抱えている企業(ベアリングメーカー, 工具メーカー, 金型製造メーカー, レンズ製造メーカー), ロール・ツー・ロール製造分野への展開を考えている企業には, 本技術の導入が有効と思われる。**
- **本技術は, 新しい計測方法なので, 上記想定以外の使い方を教えて頂ければありがたい。**

本技術に関する知的財産権

- **発明の名称** : レーザ走査型干渉計
及び表面形状の計測方法
- **出願番号** : 特願2014-109489
- **出願人** : 国立大学法人新潟大学
- **発明者** : 新田勇、月山陽介

産学連携の経歴

- 2001年- 大学発ベンチャー(株)オプセル設立
- 2003年-2005年 JST都市エリア産学連携促進事業
- 2006年-2007年 JST顕在化ステージ事業に採択
- 2006年- 5社と共同研究実施
(これ以前も共同研究多数実施)

お問い合わせ先

新潟大学 産学地域連携推進機構

産学地域連携推進センター

TEL 025-262-7554

FAX 025-262-7513

e-mail onestop@adm.niigata-u.ac.jp