

# 口腔内カメラで内視鏡画像を 取得する光学アタッチメント

九州歯科大学 歯学部 歯学科

口腔機能学講座 口腔保存治療学分野

助教 藤元 政考

教授 北村 知昭

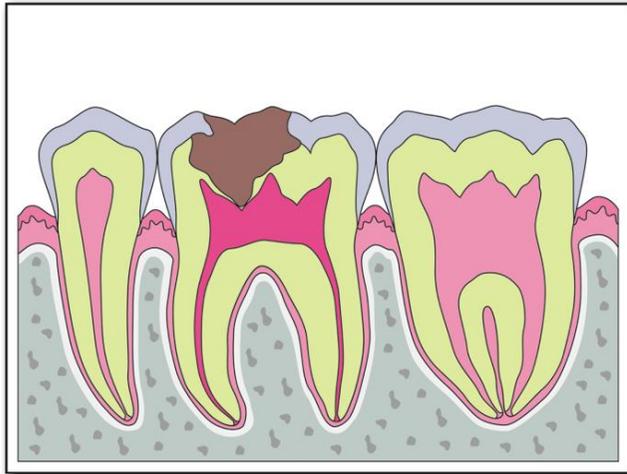
北九州市立大学 情報システム工学科

(現同志社大学理工学部インテリジェント情報工学)

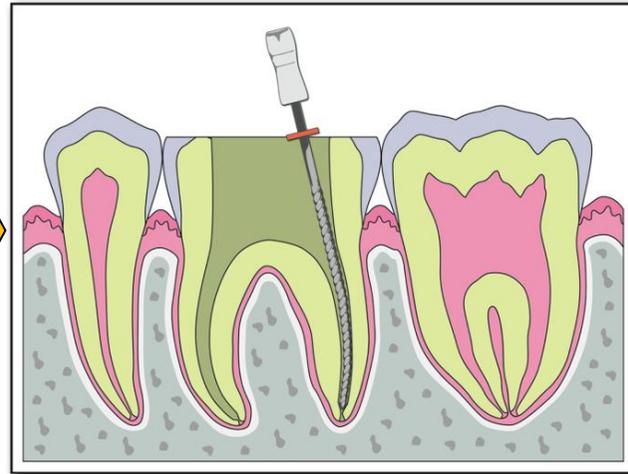
教授 奥田 正浩

令和2年12月8日

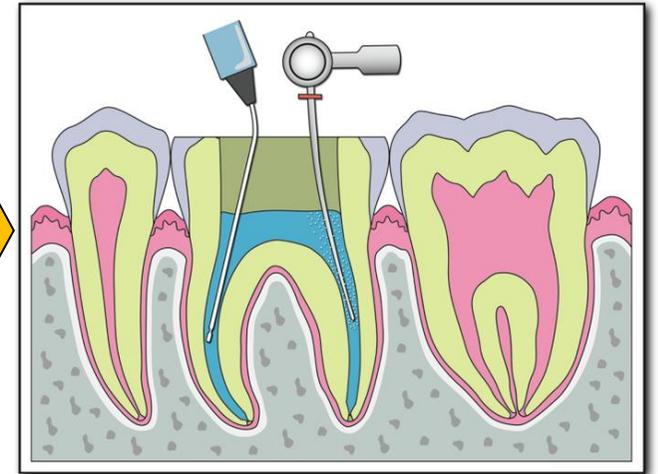
# 背景



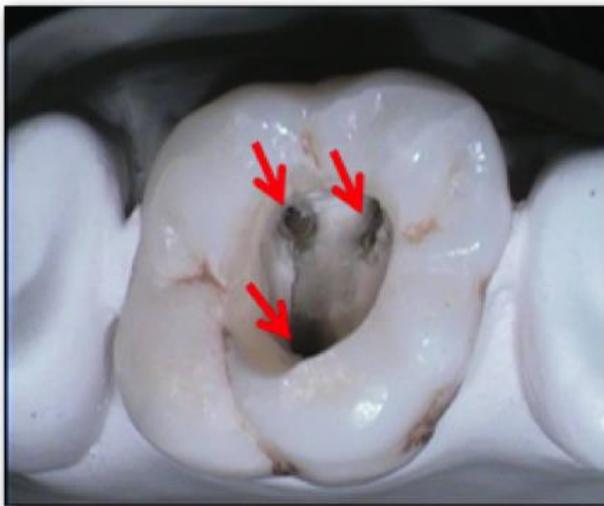
深く進行した  
虫歯（齲蝕）



根の中の治療  
（根管治療）



根の中の洗浄  
（根管洗浄）



- 根の中の洗浄後に上顎第一大臼歯を真上から口腔内カメラで撮影した写真
- 根管の入り口（根管口，赤矢印）の直径は大きくて2ミリ程度のため肉眼であれば根管内の観察はほぼ不可能.

# 従来技術



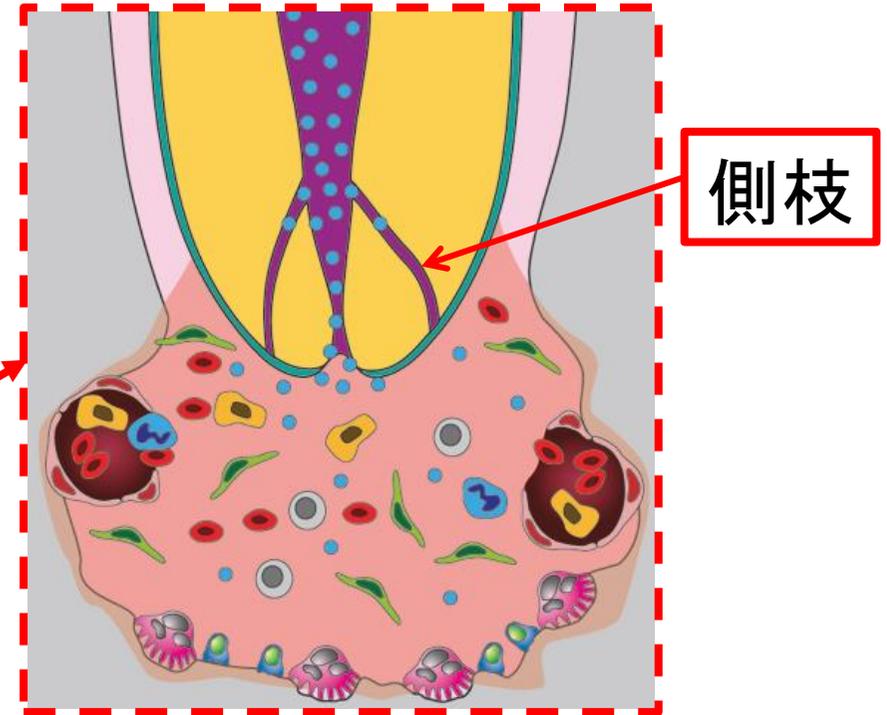
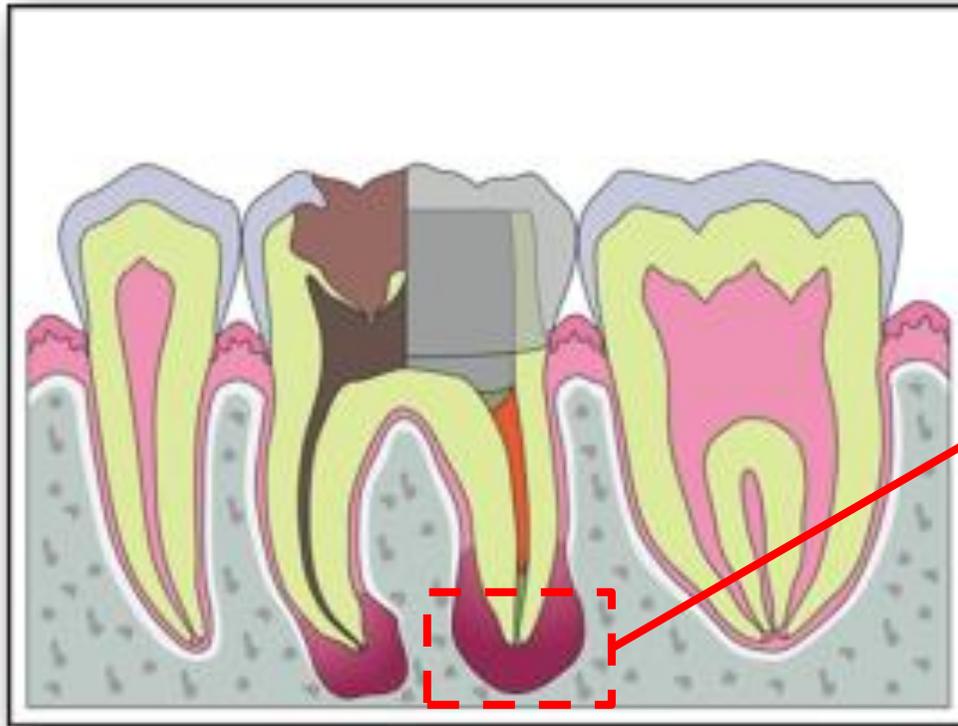
手術用顕微鏡



歯科用CT

1990年代まで，根管治療は肉眼で行われていたが，上記のデバイスの登場により根管治療の精度は向上した。

# 従来技術の問題点(1)



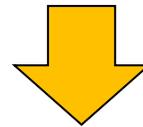
しかし、根の先付近の**ヒビ**（破折線）や  
**側枝**（枝分かれした根管）は未だに**観察さえ不可能**。



治療はしているが痛みが引かず**抜歯**になってしまおう！

## 従来技術の問題点(2)

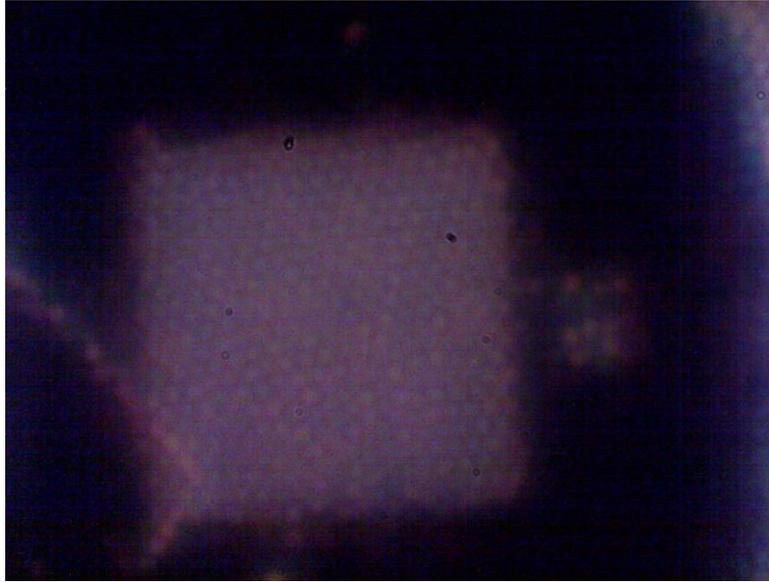
- 現状の内視鏡では**値段が高い**。
- 患者さんが不意に噛んでしまった時に**壊れる**、**先端は傷つきやすい等**のリスクがある。
- 使用した器具の**滅菌が困難**。
- そもそも診断に必要な**分解能を持たない**。



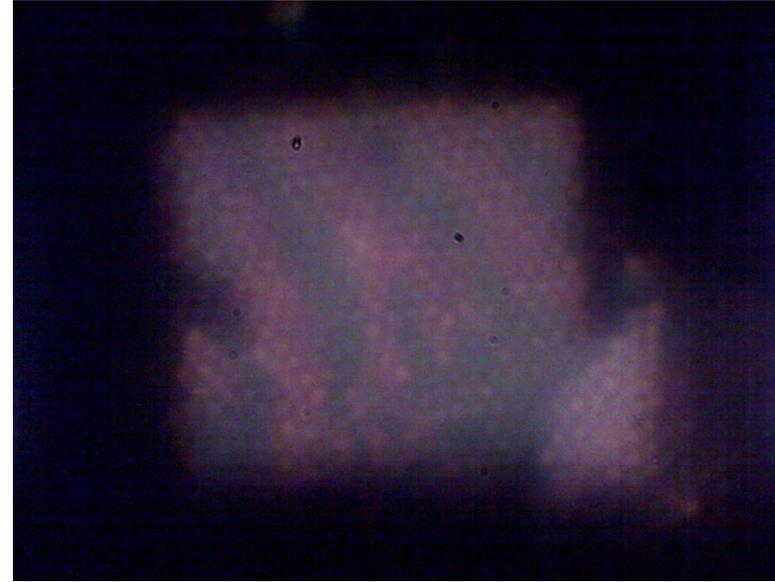
**普及率が低い**ためより導入しやすくするような  
機器が必要！！

日常診療で導入しやすい形に  
内視鏡システムを昇華させる。

# 従来内視鏡で取得した画像



50 LP/mm



25 LP/mm



10 LP/mm



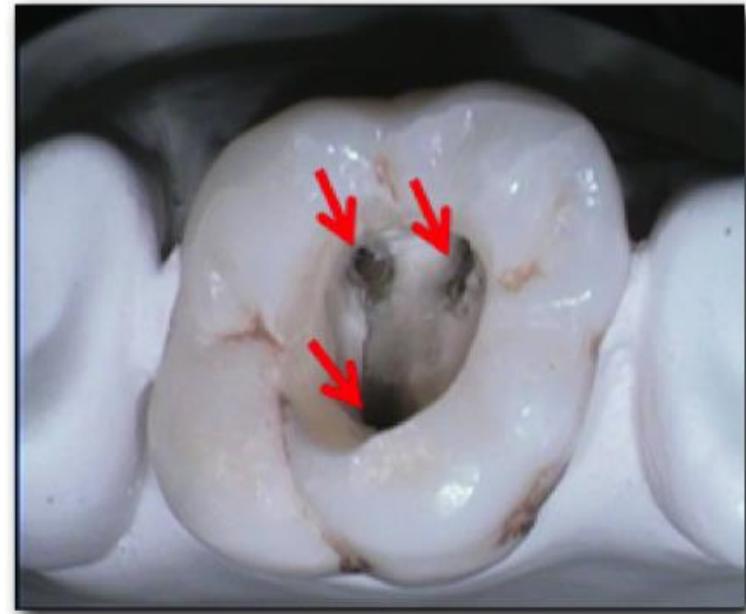
5 LP/mm

# 従来技術の問題点(3)

- 内視鏡単体では分解能，コストや滅菌方法などの様々な問題点のため**全く普及していない**。
- 口腔内カメラという**ペン型のカメラと内視鏡を接続する**着想を得て研究開発に取り組んだ。



口腔内カメラ

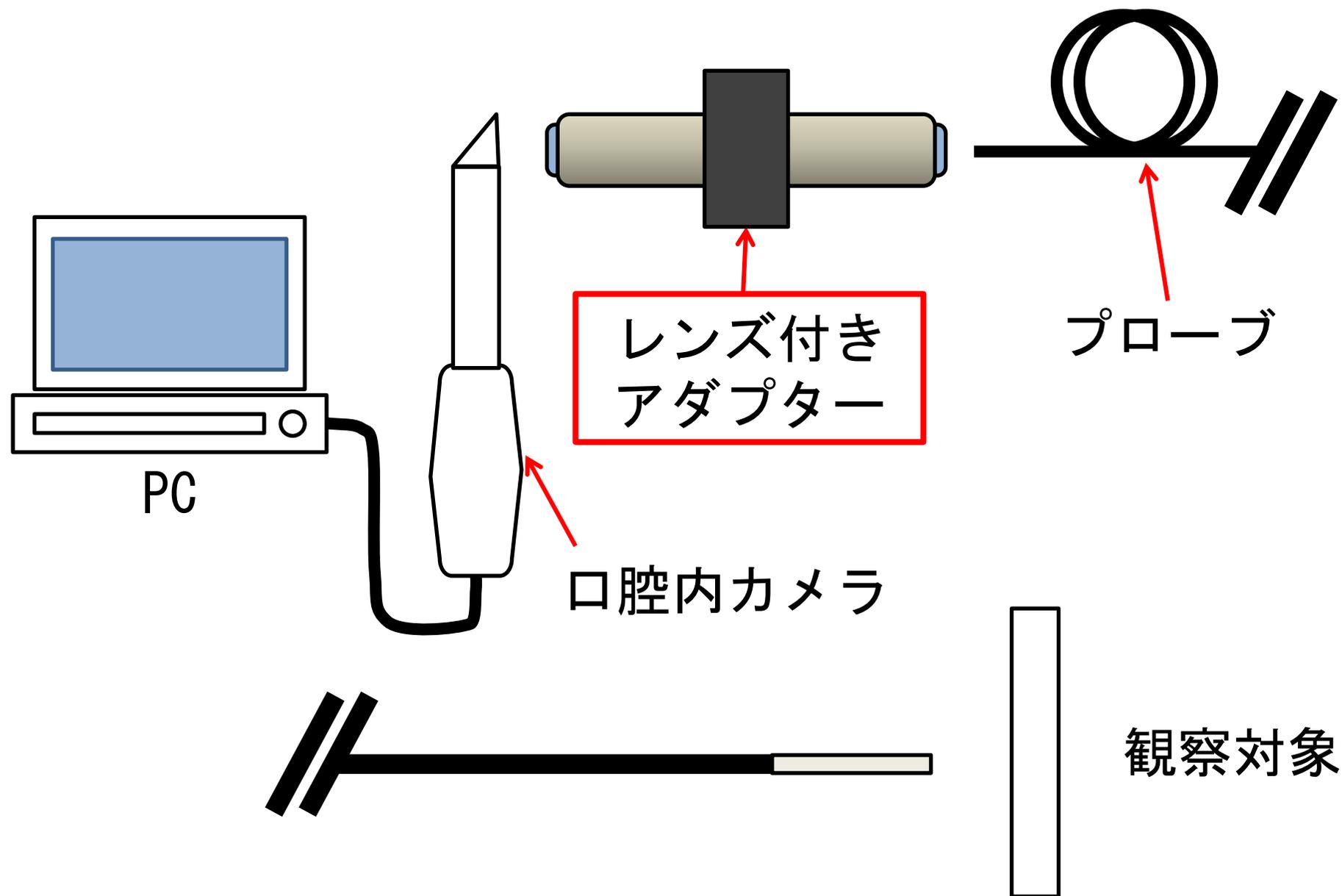


口腔内カメラによって  
取得した画像

# ペン型カメラと内視鏡の融合

- ・ ペン型カメラは海外では歯科診療で広く普及している。
- ・ 歯科医療はもちろんのこと医療全般に対し内視鏡システムを身近なものにでき、今後増加する訪問診療への応用が期待できる。
- ・ 工学分野においては細い配管内の微細な凹凸やキズの観察といった用途も期待できる。

# 試作例1：口腔内カメラと内視鏡を接続

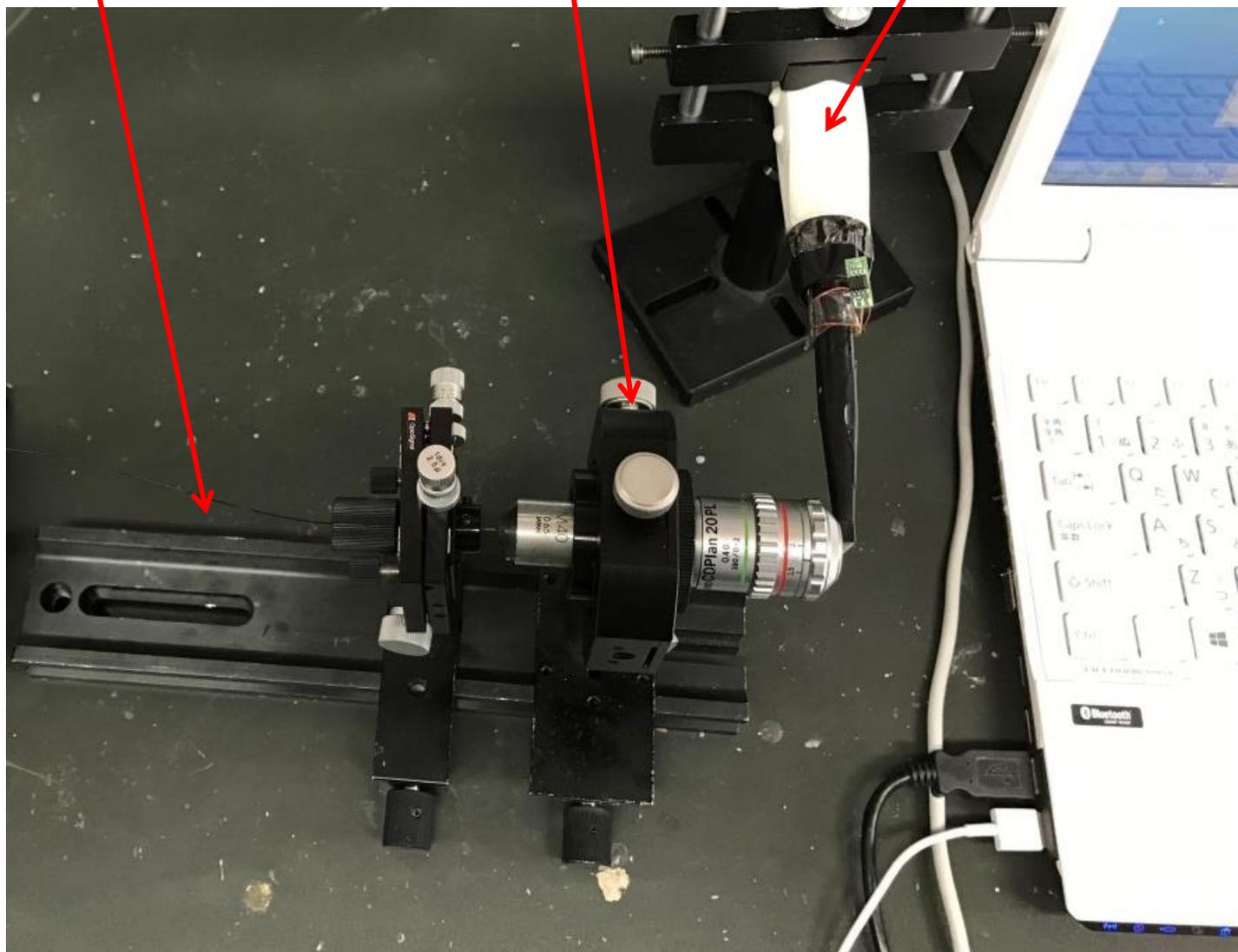


# 試作例1：口腔内カメラと内視鏡を接続

内視鏡プローブ

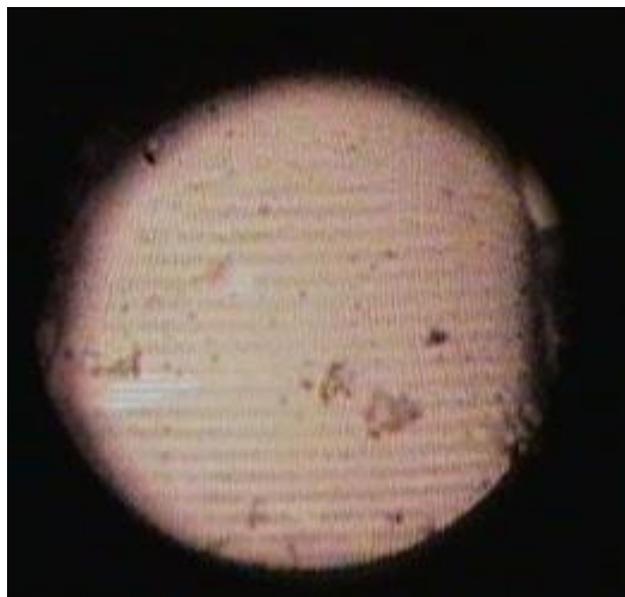
レンズ付き  
アダプター

口腔内  
カメラ

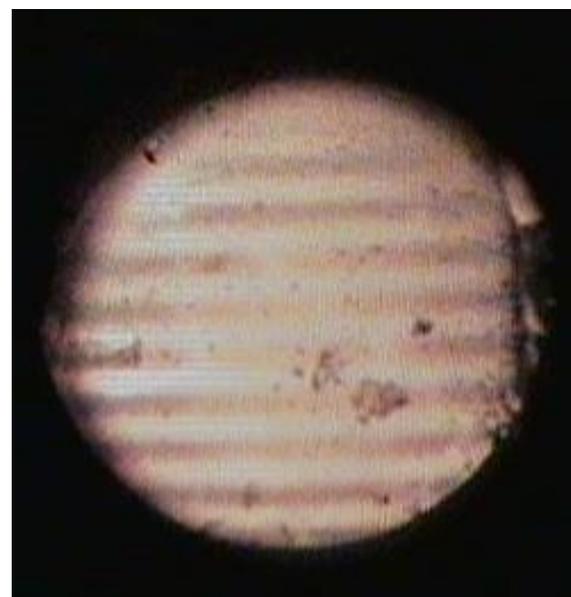


# 試作例1：口腔内カメラと内視鏡を接続

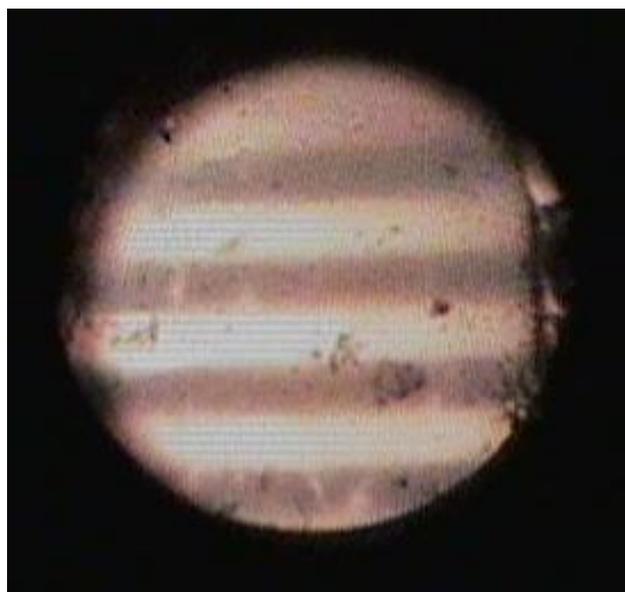
元画像



50 LP/mm



25 LP/mm

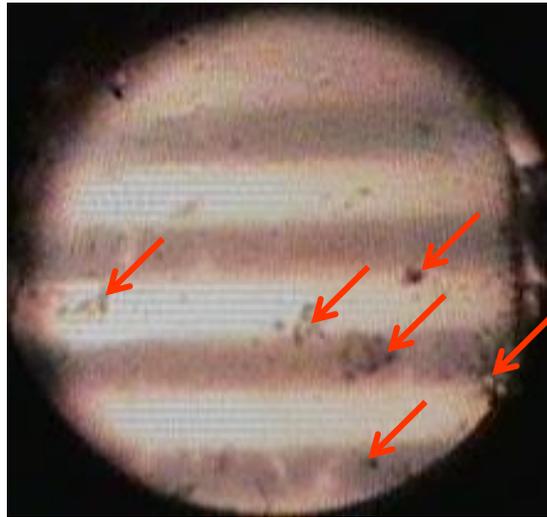


10 LP/mm

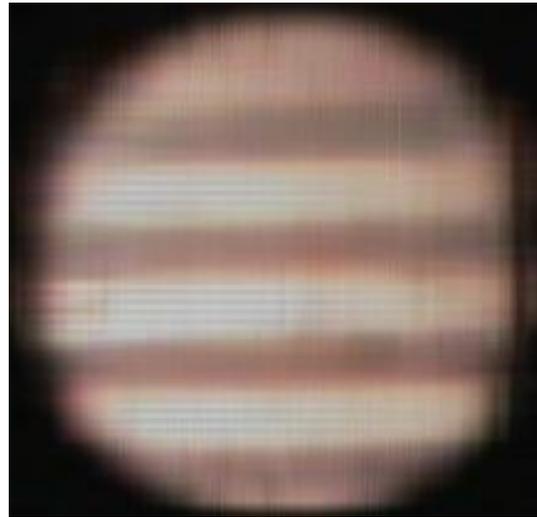
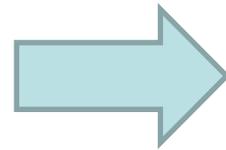


5 LP/mm

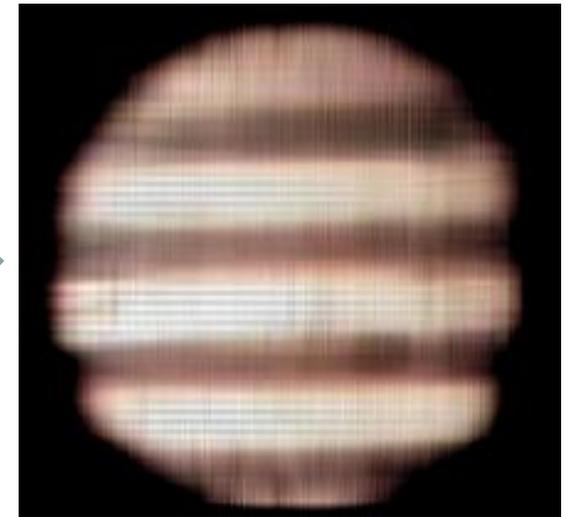
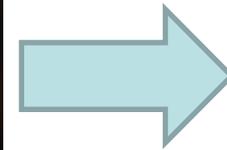
# 試作例1：口腔内カメラと内視鏡を接続



入力画像



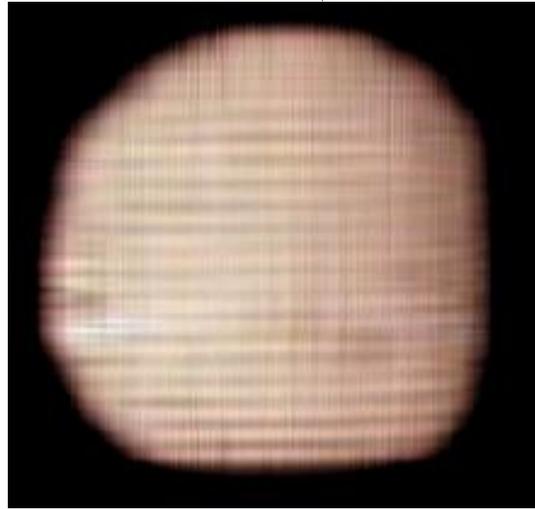
ノイズ除去



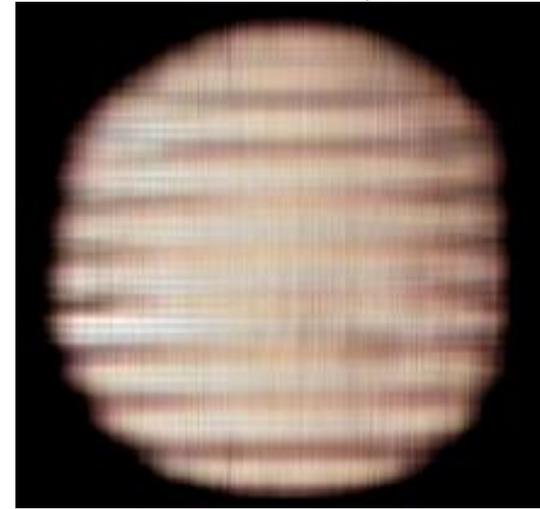
強調後

取得した画像は製作上混入した不要なノイズ成分が観察できる。開発したアルゴリズムによってノイズの除去を試みた。ノイズ除去後の画像は画像強調によって画像の鮮鋭化を図った。

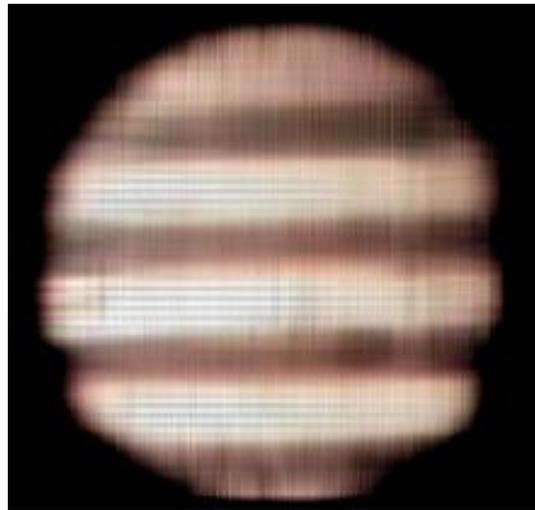
# 試作例1：口腔内カメラと内視鏡を接続



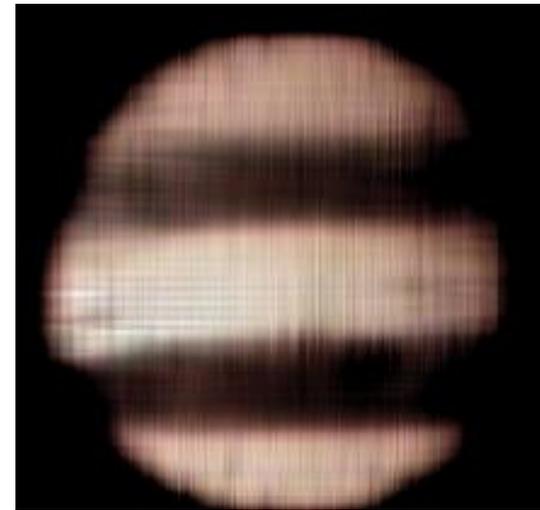
50 LP/mm



25 LP/mm



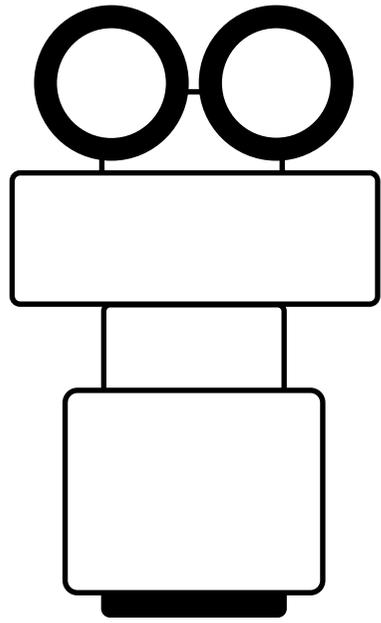
10 LP/mm



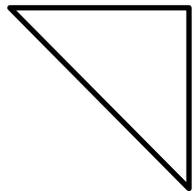
5 LP/mm

アルゴリズム適用後は、50LP/mmでも鮮明に観察できる画像となった。

# 試作例2：歯科用顕微鏡と内視鏡を接続



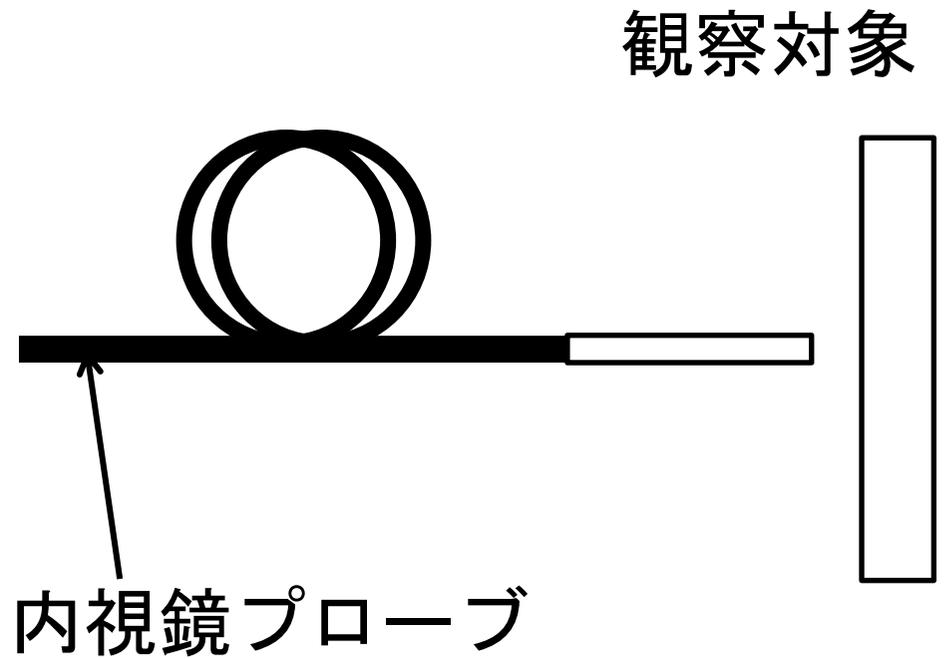
歯科用顕微鏡



プリズム

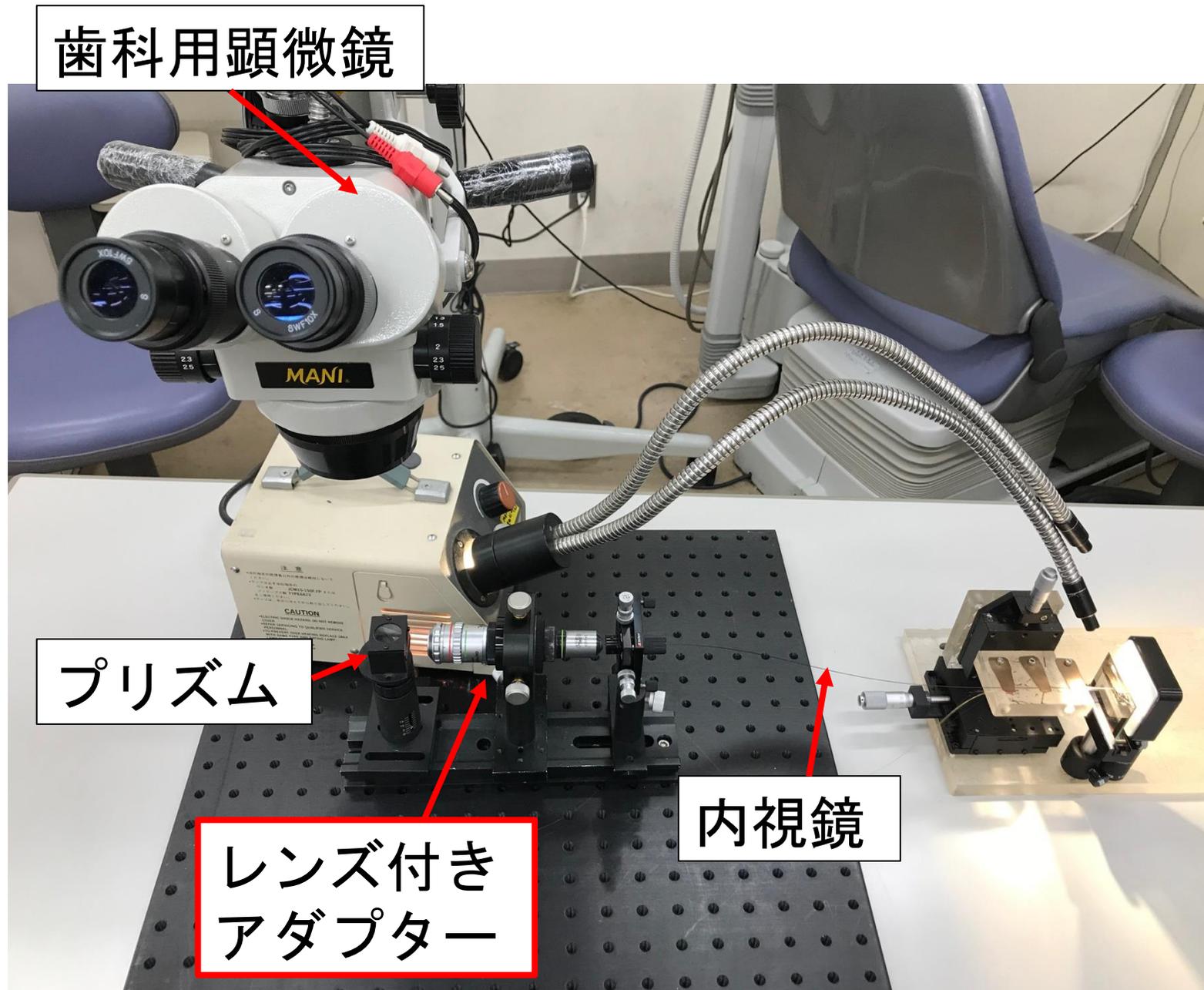


レンズ付き  
アダプター



内視鏡プローブ

# 試作例2：歯科用顕微鏡と内視鏡を接続



# 試作例2: 歯科用顕微鏡と内視鏡を接続

画像は明るさを強調している。



10 LP/mm



15 LP/mm



20 LP/mm



25 LP/mm



30 LP/mm



35 LP/mm

# 新技術の特徴・従来技術との比較(1)

- ・ 根管内の微細構造観察のための分解能
  - 既に普及している物（口腔内カメラ）に接続し、最小分解能10  $\mu\text{m}$ を有することが確認できた。また、画像復元技術を組み合わせることで鮮鋭度は向上した。
- ・ 十分な作動距離の確保
  - 現段階で非接触状態でも観察可能であり、今後は臨床応用可能な最適な作動距離を検討する。
- ・ 高いコストを抑える。
  - 既存の口腔内カメラとレンズ付きアダプター、プローブを組合せて構成できるため、コストは極めて低い。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

- ・ 根管内に挿入可能なほどの小さい直径  
→ 現在開発したプローブの直径は830  $\mu\text{m}$ を達成した。  
 今後は**更なる小型化**を目指している。
- ・ 感染した器具の滅菌を可能にする。  
→ 現状は不可能であるが、口腔内カメラを応用することで**先端のみの交換**を実現できる可能性がある。

以上から、本発明は従来技術と比較し、より臨床応用しやすいことが期待できる。

# 想定される用途

- 本発明は普及率の高いペン型カメラや手術用顕微鏡に内視鏡アダプターを介して接続できるので、小型内視鏡による微細構造観察システムを、歯科医療はもちろんのこと医療全般に対し身近なものにでき、今後増加する訪問診療での高精度画像診断を可能にする。
- 元来ペン型カメラは単体では10 mm × 10 mm のサイズの観察に適しているが、本発明で提示されている手法を用いて内視鏡プローブを組み合わせることで  $\mu\text{m}$ オーダーの観察を可能にできる。更に本発明は、医療分野だけでなく、細い配管内の微細な凹凸やキズの観察といった工学分野における貢献も期待できる。

# 実用化に向けた課題

- ・ 現在の実験例で製作したシステムはシステム全体のサイズが大きいこと、アダプター自体のサイズが大きいことが課題の1つである。
- ・ 微細構造の分解能に関しては、内視鏡プローブ内のイメージファイバの分解能とプローブ先端の屈折率分布型レンズの仕様に依存する。システム全体の微細構造の検出能を向上させるためには、イメージファイバと屈折率分布型レンズの材質・種類についても検討する必要がある。

# 企業への期待

- ・ 装置全体を小型化できる **レンズ設計と光学解析**が直近の課題である.
- ・ **画像伝送用ファイバの開発**や**光学設計の技術**を持つ、企業との共同研究を希望する.
- ・ **内視鏡を開発中**の企業、**医療分野への展開**を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる.

# 本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 口腔内カメラ用光学アタッチメント及び口腔内画像撮像システム
- ・ 登録番号 : 特許第6593785号
- ・ 出願人 : 北九州市立大学
- ・ 発明者 : 奥田 正浩, 北村 知昭,  
藤元 政考

# 産学連携の経歴

- ・ 2005年-2006年 早稲田大学大学院情報生産システム研究科の植田教授と九州歯科大学口腔保存治療学分野の共同研究が2009年からスタート
- ・ 2016年- 北九州市立大学の奥田教授（現同志社大学にて教授）との共同研究がスタート
- ・ 2017年-2020年 総務省（SCOPE）事業に採択
- ・ 2019年 本技術に関する知的財産権を獲得

# 参考文献

- Yoshii et al., Int. J. Smart Sens. Intell. Syst., 2013.
- Fujimoto et al., IEEE Sensors J, 2016
- Fujimoto et al., Sensors for Everyday Life, Smart Sensors, 2016
- Yoshii et al., Journal of endodontics, 2018
- Fujimoto *et al.*, IEEE Trans Biomed Eng., 2019

# お問い合わせ先

**北九州市立大学 環境技術研究所**

**知的財産・産学官連携コーディネーター**

**井上 正**

**北九州市立大学**

**企画管理課 企画・研究支援係 有菌 和子**

**T E L 093-695-3367 (内線 : 2435)**

**e-mail kikaku@kitakyu-u.ac.jp**