

## 高度画像復元技術を用いた超小型内視鏡イメージング

研究代表者

奥田正浩（北九州市立大学情報メディア工学科）

共同研究者 永原正章（北九州市立大学環境技術研究所），青木 隆敏（産業医科大学）北村 知昭（九州歯科大学），吉居 慎二（九州歯科大学），藤元 政考（九州歯科大学）

### 情報工学を中心とした北九州医歯工連携体制

本学情報メディア工学科では，近年めざましい進歩をとげている情報工学技術を医科・歯科に応用する医歯工連携プロジェクトを進めている．本体制は**北九州市を拠点とする三大学：北九州市立大学、産業医科大学及び九州歯科大学の医歯工連携チーム**であり（図1）、高度画像復元，人工知能技術等を用いて医科・歯科における様々な課題に対する解決策を求めることを目的としている．

- 超小型内視鏡開発
  - 直径が1mmを下回る内視鏡ハードウェア技術と最先端画像復元技術の融合
- 画像復元技術を用いた医科・歯科画像の鮮鋭化
  - 高ダイナミックレンジ化
  - 分光解析
  - 3D映像処理
- 人工知能を用いた医用画像解析
  - 大規模データ解析
  - 微細構造抽出



図1：研究体制

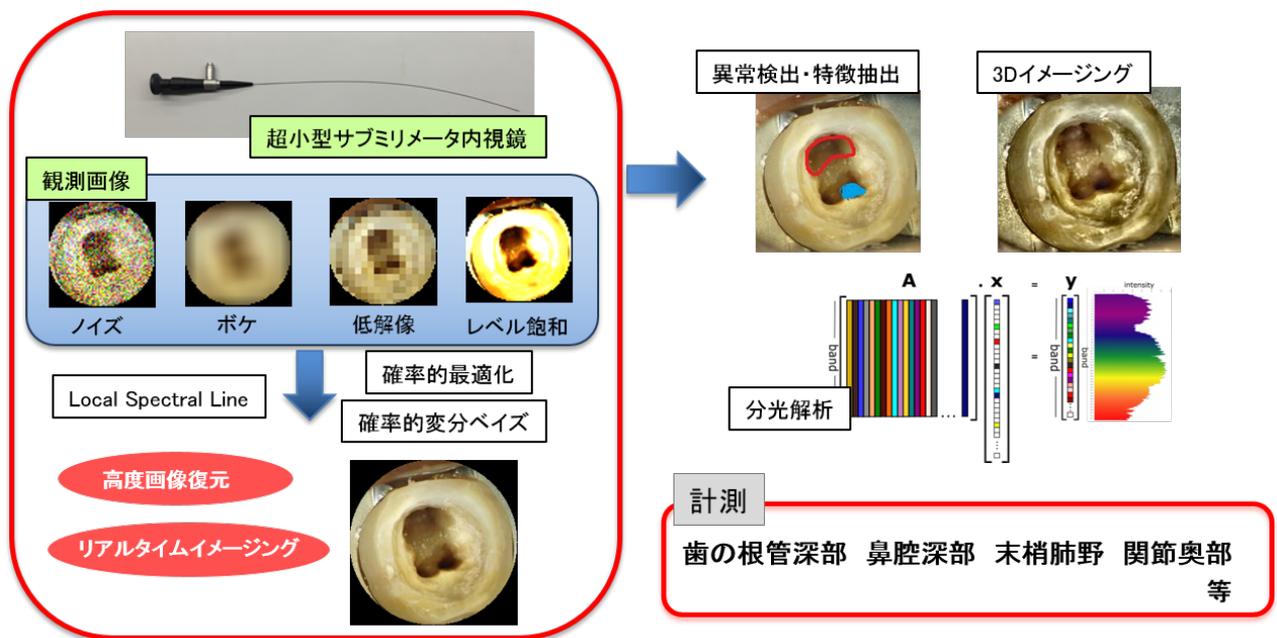


図2 総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業の概要

### 超小型内視鏡開発

歯科・医科領域での診療画像では、人体という制限に由来する計測上の困難が多く存在する。これに伴う画質劣化を、最新の画像処理技術により本来の画像に復元できれば、診療に対するインパクトは広範囲にわたる。このような画質劣化が問題となる診療に、内視鏡治療がある。

内視鏡は年々進化を遂げ、体内深部の観測や微細な生体組織の計測などが可能になっているが、**10 $\mu$ m**を下回る対象物を高画質で観測できる**外径1mm以下の内視鏡は存在しない**。その細さと光量不足により強い画質劣化が起こるからである。この仕様を満たす超小型内視鏡が実現できれば体内細管の観測を可能にし、**様々な歯科・医科医療において大きな診療改革を生む**。従来困難であった**歯の根管深部、鼻腔深部や中耳などの細部観測を可能とすることで、診断精度の向上と病変の早期発見に大きく寄与する**。

### 開発状況

虫歯が歯の内部にある歯髄まで到達すると歯髄を取る治療(歯内治療)を行う。歯髄が入っている部分(根管)は直径**2mm**以下の狭小な管腔構造であり肉眼での内部観察は困難であ

ることから、多くの歯科医師は手指感覚を頼りに歯内治療を行ってきた。近年、歯科用顕微鏡や歯・骨の解析に特化した CT(コーンビーム CT)の登場により歯内治療における診断・治療の精度は大きく向上しているが、これらの機器を用いても根の先(根管深部)に存在する破折や側枝といった病態難治化の要因である微細構造の検出はできない。この課題を克服するため、我々は根管深部の微細構造を高精度に観察することを目的とした小型内視鏡の設計・開発を進めてきた。現在、解像能向上と小型化による内科・歯科領域における小型内視鏡の臨床応用を目指し開発を行っている。

### 口腔内カメラと根管用内視鏡プローブとを融合させたプロトタイプ製作

日常臨床や訪問診療に導入しやすい根管内観察システムの開発を目的とし、既に市販され臨床応用されている口腔内カメラと根管用内視鏡プローブとを融合させたプロトタイプの製作を行い、臨床へ応用可能な試作品を完成させた。

口腔内カメラは市販されている SOPRO LIFE (ACTEON 社)を用いた。根管用内視鏡プローブをイメージファイバ、屈折率分布型レンズ、光ファイバで構成し、作動距離(焦点の合う距離)が 0.32-0.33 mm の試作内視鏡プローブを用いた。口腔内カメラと試作内視鏡プローブを、三軸芯出しレンズホルダーに固定した光学顕微鏡用の対物レンズを介在させて接続し、口腔内カメラと試作内視鏡プローブから成る微細構造観察システムを構築した(図 3,4)。

作製した微細構造観察システムを用いて 10, 20, 50, 100  $\mu\text{m}$  のライン・スペースが描記されているレゾリューションチャートの観察を行い、SOPRO LIFE に付属するソフトウェア SOPRO Imaging により画像取得した。

その後、取得画像を、Visibility 指数と呼ばれる客観評価量でコントラストを定量評価した。比較対象としては市販の工業用内視鏡や過去製作したシステムでの取得画像を用いた。さらに SOPRO Imaging のビデオキャプチャ機能を用い動画観察の可能性についても評価を行った。

試作システムで取得した画像は 10, 20, 50, 100  $\mu\text{m}$  のライン・スペースが全て観察可能であった(図 5)。取得画像を用いて Visibility 指数を解析した結果、ライン・スペースの幅が大きくなるごとに Visibility 指数は増加し、市販の工業用内視鏡と比較しても高い値を示した。

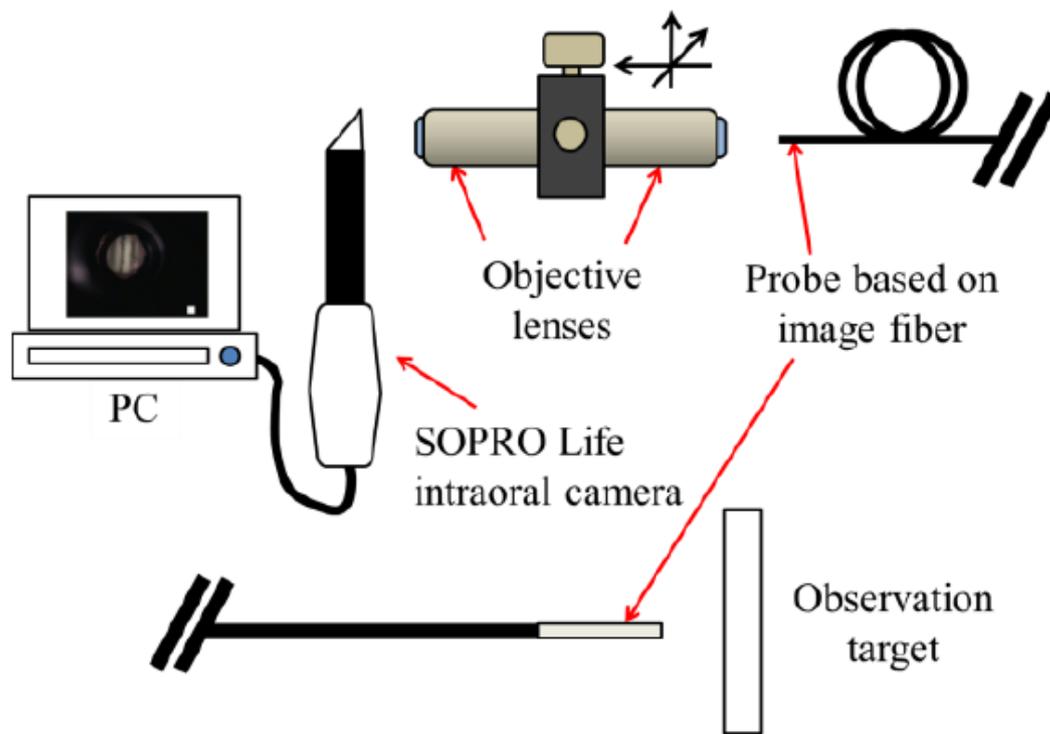


図3 口腔内カメラ接続内視鏡システムの概略図 ([1]の予稿集より抜粋)

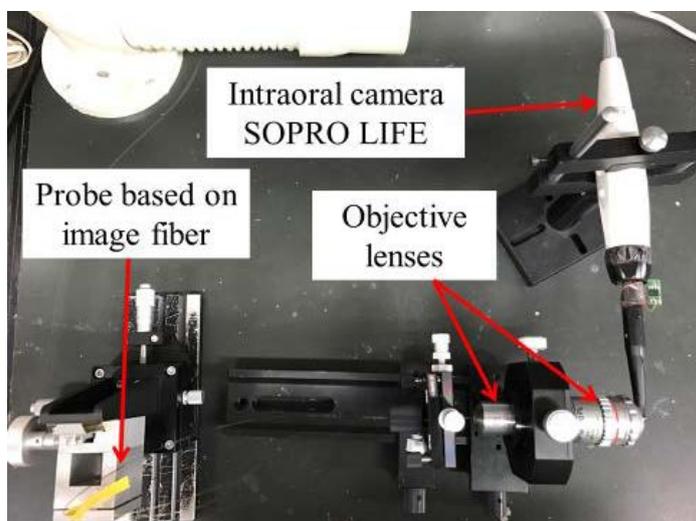


図4 試作した口腔内カメラ接続内視鏡システム ([1]の予稿集より抜粋)

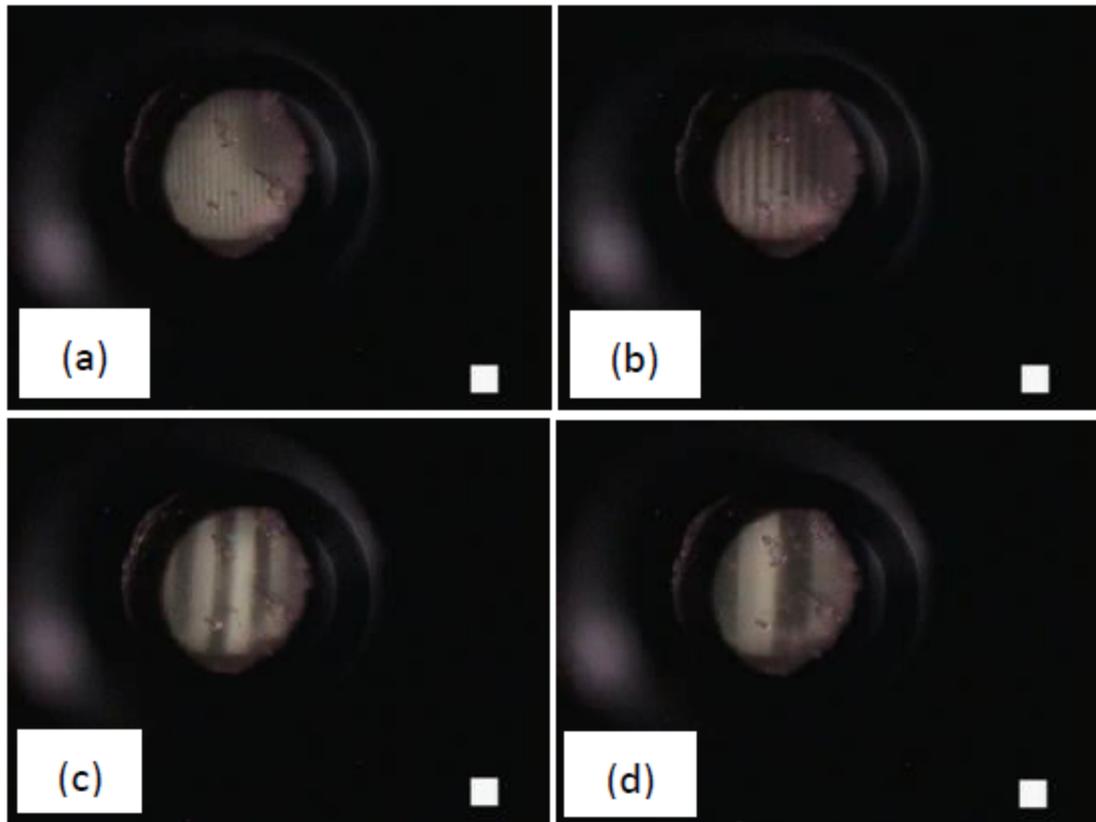


図 5 口腔内カメラ接続視鏡システムでの取得画像 ([1]の予稿集より抜粋)  
(a) 10  $\mu\text{m}$ , b) 20 $\mu\text{m}$ , c) 50 $\mu\text{m}$ , d) 100  $\mu\text{m}$

参考文献

[1] 【招待講演】藤元政考, 奥田正浩, 吉居 慎二, 池沢 聡, 植田敏嗣, 青木隆敏, 永原正章, 北村知昭. “北九州市における医歯工連携の取り組みについて” 電子情報通信学会 総合大会 (東京: 発表確定: 2018年3月20-23日)