

【目的】 日本人の死因は、悪性腫瘍（第1位）、心臓（第2位）および脳血管（第4位）の疾患が極めて多い。このなかの第2位と第4位の心筋梗塞、脳梗塞は微小血管がつまることによって引き起こされる。一方、第1位の悪性腫瘍（がん）の転移は幼弱な血管に由来するとの報告 [J. Clin. Invest. 132, e153626 (2022)] があり、血管内のイメージングは重要な技術である。光コヒーレンストモグラフィー（OCT）や超音波内視鏡（IVUS）は、現在の医療を支える基盤技術であるが、カラー化や分光分析できず、病片をその場で特定できない。血管内視鏡（直径 0.9 mm）はカラー化できるが、これ以上の細径化と高分解能化は現行技術では困難である。血管内撮影には血液を除去するためフラッシュに生理食塩水を用いるが、患者負担が非常に大きい。本研究では「血管内部を透視診断する」新たな内視鏡技術を開発することを目的とする。具体的には、(a) 構造光制御と光相関計算から直径 0.1 mm の1本の光ファイバーによるイメージング技術を確立し、(b) 血液（光散乱場）のある血管内の病変部の特定・分析技術に展開することをめざした。

【方法】 単一の光ファイバーで光拡散場の中にある物体をイメージングするために、ゴーストイメージングと呼ばれるイメージング技術を導入した。ゴーストイメージング法は、あらかじめ座標が登録された光（スペックルパターン）と、その光が物体を照らした散乱光の信号強度の相関関係から測定対象物体をイメージングする技術である。下図 a に示したような光学系を作製し、すりガラス状の拡散板を回転させることでレーザーの干渉性の高さから発生する模様として知られるスペックルパターン（下図 b）を制御した。3 万枚のスペックルパターンを CMOS カメラで事前に記録し、同じスペックルパターンを測定対象に照射した。測定対象の散乱光は、光ファイバーを介して記録した。

【結果】 下図 c は従来の脳神経外科で使用される光ファイバーバンドル内視鏡と本研究との比較の一例である。今回開発された内視鏡は極めて細い。下図 d1 は測定対象で、下図 d2 は従来のバンドル型内視鏡で撮像された測定対象の画像である。下図 d3 は我々の方法で撮像された画像で、従来の内視鏡と比較してもエッジが鮮明になっている。このように光ファイバー先端から 10 mm の位置にある測定対象を1本の光ファイバー（光ファイバーの全長 2 m）でイメージングすることに成功した。

研究方法とイメージングの結果

