

補助事業番号 2021M-119

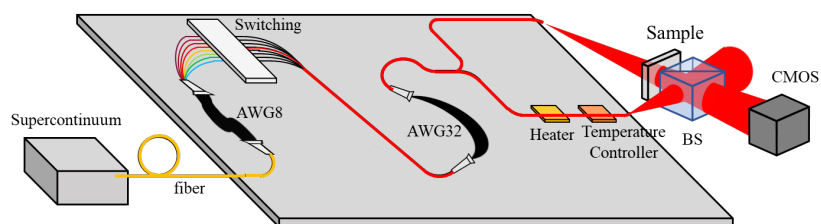
補助事業名 2021年度 光導波路プローブによる3次元マルチスペクトルイメージング 補助事業

補助事業者名

電気通信大学大学院情報理工学研究科 准教授 渡邊 恵理子

## 1 研究の概要

本研究では、これまでJKA研究補助を通じて、申請者が提案・実証してきた平面導波路型デジタルホログラフィック顕微鏡を発展させ、3次元マルチスペクトルイメージングを目指した。まず、マルチスペクトルイメージングに向けて、新たにアレイ導波路グレーティング(Arrayed Waveguide Grating: AWG)とPlanar-Lightwave-Circuit-based digital holographic microscope (PLC-DHM)を組み合わせたAWG-PLC-DHMを設計・試作し、1つの白色光源だけで複数の波長を抽出し、3次元イメージングが可能であることを実証した。



AWG-PLC-DHMの概要図

AWG-PLC-DHMの概要を説明する。SC光源、ファイバー、二つのAWG、スイッチング、ヒーター、BS、撮像素子で構成される。光源から出射されたSC光はファイバーを通り、8チャンネルAWGに入射され、8チャンネルAWGでは図に示すようにSC光を任意の波長に分波する。その後、スイッチングにより一つの波長を選択する。次に、32チャンネルAWGで光波の半値全幅が狭帯域化され、可干渉性を向上させる。こうして可干渉性が向上した光波は物体光と参照光に分けられ、BSを介して合波され干渉縞を撮像素子で記録する。つまり、AWGとDHMの両方に平面導波路を用いることで1チップ導波路と最小限の空間光学系で干渉計測と3次元イメージングの実現ができる。この光学系の特徴は2つのAWGを組み合わせることで広帯域の光波から2段階で狭帯域の光波を抽出できる。なお現状ではスイッチング部は搭載しておらず、AWG8とAWG32は分けたデバイスとしている。

また、散乱体背後マルチスペクトルイメージングを目指し、プローブ型の光導波路に関する基礎的な検証を実施した。

これらの成果を発表した結果、国際会議ISOM2021ではStudent Award 受賞するなど、国内外にて注目されることとなった。

## 2 研究の目的と背景

デジタルホログラフィック顕微鏡(Digital Holographic Microscope : DHM)は微小物体の振幅情報と定量位相情報を測定可能な技術であり、測定の後に計算機上で伝搬距離を変えて再生することが可能であることから、サンプルに対して、それぞれの位置にフォーカスを合わせた再生ができる利点がある。一般に、DHM は物体を拡大するための物体拡大用の対物レンズが必要であり、装置の小型化には限界があった。そこで我々は光通信で多く用いられている平面導波路に注目し、拡大用の対物レンズの代わりとなる球面参照波を利用することで、レンズレスかつ装置の超小型化を実現可能な、平面導波路型デジタルホログラフィック顕微鏡を、JKA 補助事業を通じて実現してきた。

本研究では、申請者が提案・実証してきた平面導波路型デジタルホログラフィック顕微鏡を発展させ、アレイ導波路グレーティング(Arrayed Waveguide Grating: AWG)と光導波路を組み合わせて、3次元マルチスペクトルイメージングを目指した。さらにプローブ型光導波路を想定し、基礎設計をして評価した。

## 3 研究内容

(1) 光導波路プローブによる3次元マルチスペクトルイメージングの開発  
(<https://thetis.f-lab.tech.uec.ac.jp/projects>)

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究にて新たに設計・試作する光導波路プローブを用いることで、散乱体背後の物体や生体内部のマルチスペクトルイメージングを実現できる可能性がある。これにより医療応用や宇宙環境における検査への応用や、これまで困難であった生体などの内部イメージングへの展開が期待できる。本技術の発展により、新しい診断補助ツール、新たな治療方法が創出できると考えられる。また超小型化の利点を活かし、宇宙の生命探査への利用が期待できる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

光の高精度位相制御により従来の情報処理技術・光干渉技術の限界を超えるいくつかのシステムを提案・実証してきた。本研究における、光導波路プローブによる3次元マルチスペクトルイメージングは、これまでの研究の発展形であり、新たな顕微鏡デバイスの研究開発となる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### 国際会議

1. Kazutaka Nakama, Hideaki Gomi, Kenta Hayashi, Katsunari Okamoto, Eriko Watanabe, "High-speed color digital holographic microscope based on a planar lightwave circuit with a thin film heater", ISOM2021, Tu-C-03 (online 2021.10). **Student Award 受賞**
2. Hideaki Gomi, Kazutaka Nakama, Katsunari Okamoto, and Eriko Watanabe, "High-speed planar lightwave circuit digital holographic microscope using a thin film heater for biological samples", BISC2021, BISC-04-01 (online 2021.4).

## 国内会議

1. 飯田公平,大田愛美,岡本勝就,武田光夫,渡邊恵理子, “平面導波路による隣接点光源を用いた  
共通光路デジタルホログラフィック顕微鏡の基礎実験評価”, Optics & Photonics Japan 2021,  
(Hybrid 2021.10).

## 7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

<https://thetis.f-lab.tech.uec.ac.jp/projects/> (URL)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

<https://thetis.f-lab.tech.uec.ac.jp/img/project> (URL)

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 電気通信大学 情報理工学研究科 渡邊研究室(デンキツウシンダイガク ジョウホウリコウガクケンキュウカ ワタナベケンキュウシツ)

住 所: 〒182-8585

東京都調布市調布ヶ丘1-5-1

申 請 者: 准教授 渡邊 恵理子(ワタナベ エリコ)

担 当 部 署: 同上

E-mail: [eriko.watanabe@uec.ac.jp](mailto:eriko.watanabe@uec.ac.jp)

URL : <https://thetis.f-lab.tech.uec.ac.jp/projects/>