

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00350

研究課題名(和文) 高次機能ナノチューブファイバレーザ光源の開発と先端光計測技術への展開

研究課題名(英文) Development of highly functional nanotube fiber laser sources and their application to cutting-edge optical measurement technology

研究代表者

西澤 典彦 (Norihiko, Nishizawa)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：30273288

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,800,000円

研究成果の概要(和文)：まずSWNTを用いて、波長1.8-2.0 μm帯で発振するTm-Ho共添加超短パルスファイバレーザを開発した。更にこの光源を用いて生成した広帯域SC光源を用いて波長2μm帯のOCTシステムを開発し、各種イメージングを行った。また、SWNTフィルムを用いたデュアルコムファイバレーザや、全偏波保持型のデュアルコムシステムを開発し、気体分子の高感度で高速なデュアルコム分光計測に成功した。これらの実験を通しスペクトルピーキングという新しい現象を見出した。また、SWNTフィルムの特性を2波長ポンプ・プローブ計測によって評価し、2波長間で相互作用が誘起されることを実験的に確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、多くの新しい超短パルスファイバレーザ光源、および光周波数コム光源を世界で初めて開発した。更に、開発した光源を用いたイメージング技術や、新しい非線形光学現象を見出した。これらの技術や現象は新規性・有用性・実用性の高いものである。実用化も可能であり、光計測や分光計測、イメージングの分野において、新しい技術の萌芽や、これまでに得られなかった特性の実現に繋がる可能性がある。このように、本研究は学術的にも社会的にも意義の深い研究である。

研究成果の概要(英文)：First, we developed a Tm-Ho co-doped ultrashort pulse fiber laser oscillating in the 1.8-2.0 μm wavelength range using SWNTs. We then developed a 2 μm wavelength band OCT system using a broadband SC light source generated using this light source, and performed various imaging experiments. We also developed a dual comb fiber laser using SWNT film and a fully polarization-maintaining dual comb system, and succeeded in high-sensitivity, high-speed dual comb spectroscopy measurements of gas molecules. Through these experiments, we discovered a new phenomenon called spectral peaking. We also evaluated the properties of the SWNT film using two-wavelength pump-probe measurements, and experimentally confirmed that interactions were induced between the two wavelengths.

研究分野：応用光学・量子光工学

キーワード：応用光学・量子光工学 光周波数コム ファイバレーザ ナノチューブ 超短パルス 光ファイバ 非線形光学 分光・イメージング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

超短パルスファイバレーザは、最も安定で実用的、且つポテンシャルの高い超短パルス光源であり、光周波数コムやバイオイメージング、レーザ加工等のレーザ応用技術に広く活用されて来ている。今後、レーザおよびその応用技術の進展のためには、更なる高機能光源の開発や新たな展開が不可欠である。

申請者は高機能な超短パルスファイバレーザ光源の開発について、世界をリードする研究を推進してきた。そして今回、高次機能ナノチューブファイバレーザ光源の開発と先端光計測技術への展開を着想するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、カーボンナノチューブや各種のファイバレーザ技術を駆使して、高次機能な超短パルスファイバレーザ光源を開発し、新しい先端光計測技術を展開することを目的とする。

## 3. 研究の方法

まず、産総研の研究分担者が直径等の特性を合わせたナノチューブを精製し、それらを分散させた耐久性の高いフィルムデバイスを開発する。次に、これまで用いられてきた S11 基本吸収帯と共に S22 の第 2 吸収帯も活用して、高出力な新しいファイバレーザや、複数の波長で可飽和吸収を同時に誘起し同期を掛ける、多波長同期型ファイバレーザを開発する。次に、ナノチューブデバイスを用いて全偏波保持型のデュアルコムファイバレーザを開発する。更に非線形ファイバ技術を用いて、広帯域に波長をシフトできる波長可変デュアルコムファイバレーザを初めて開発する。また、本研究では開発した光源を用いてバイオイメージングへの応用を試みる。2 波長同期型光源を用いた CARS 分光イメージングや、デュアルコム光源を用いた高速 OCT イメージングの開発を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 単層カーボンナノチューブ(SWNT)を用いた高出力超短パルスファイバレーザの開発

Tm-Ho 共添加ファイバを利得媒質に用い、波長 1.8-2.0  $\mu\text{m}$  帯に可飽和吸収特性を示す直径 1.6 nm の SWNT を可飽和吸収体に用いて、全ファイバ型の高出力な超短パルスファイバレーザを開発した。Tm-Ho 共添加ファイバの採用によって、励起効率を大幅に向上させることができた。また、可変波長フィルタを開発して用いることで、Kelly サイドバンドを大きく抑制することができた。また、共振器内分散値の制御によって、ソリトン、および散逸性ソリトンモード同期を安定に得ることに成功した。最大 80 mW、スペクトル幅 40 nm の超短パルスを安定に得ることができた。

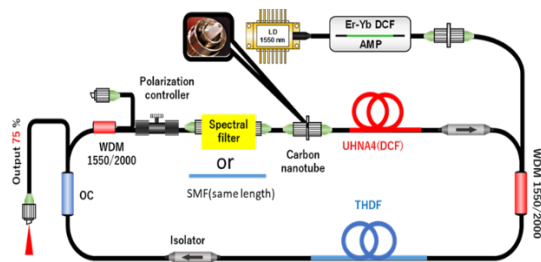


図 1 SWNT を用いた分散制御型 Tm-Ho 共添加超短パルスファイバレーザの構成

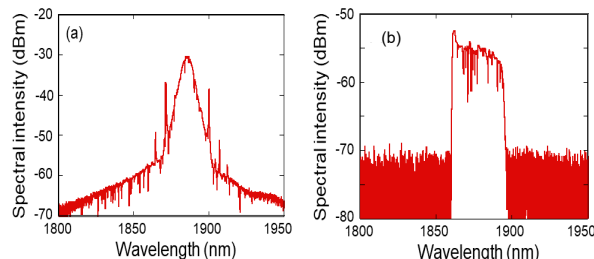


図 2 ファイバレーザ出力の光スペクトル, (a) ソリトンモード同期時, (b) 散逸性ソリトンモード同期時

### (2) Tm-Ho 共添加超短パルスファイバレーザによる SC 光源を用いた波長 2 $\mu\text{m}$ 帯 OCT の開発

上記で開発した SWNT を用いた Tm-Ho 共添加超短パルスファイバレーザの出力を Tm 添加ファイバ増幅器で増幅し、長波長側に波長シフトさせたソリトンパルスを高非線形ファイバに結合し、波長 2 $\mu\text{m}$  帯におけるスーパーコンティニューム光を生成した。次に、生成した SC 光を新たに開発した OCT システムに導入し、波長 2 $\mu\text{m}$  帯における光断層イメージングを行った。更に、人指の皮下組織や歯等について断層イメージングを行い、他波長のシステムでの結果と比較し、波長依存性を解析した。その結果、水分含有量の少ないサンプルでは低散乱性のため高侵達化が確認された。また、人指の皮下組織において、汗腺が、背景雑音を抑え高コントラストに見えることを確認した。

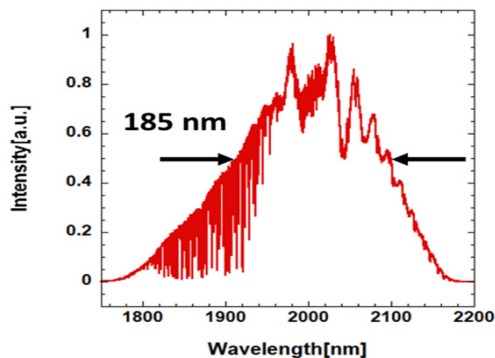


図 3 波長 2 $\mu\text{m}$  帯 SC 光のスペクトル

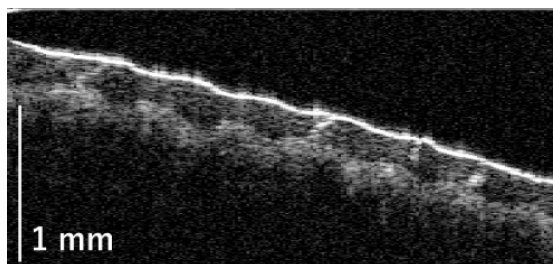


図 4 観測した人指の皮下組織のイメージ

### (3) SWNTを用いた全偏波保持デュアルコムファイバレーザの開発と広帯域デュアルコム分光応用

波長 1.55 $\mu\text{m}$  帯で可飽和吸収特性を示す直径 1.25nm の SWNT を用いて、全偏波保持型の Er 添加デュアルコムファイバレーザを開発した。これまでの双方向発振ソリトンモード同期型に加えて、機構共有散逸性ソリトンモード同期型の構成を初めて開発した。更にその出力を増幅しスペクトルを拡げることで、波長 1.5 $\mu\text{m}$  帯に吸収を持つ HCN の指紋スペクトルのデュアルコム分光を実現した。

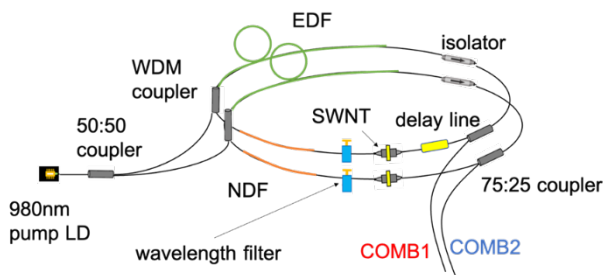


図 5 機構共有型散逸性ソリトンモード同期デュアルコムファイバレーザ

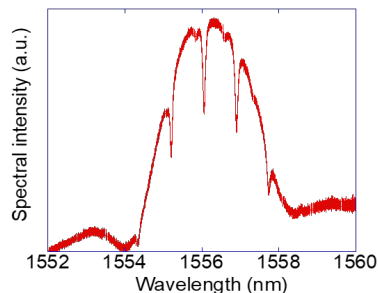


図 6 HCN のデュアルコム分光スペクトル

### (4) 全偏波保持デュアルコムシステムを用いた高速デュアルコム分光システムの開発

これまでに開発してきた全偏波保持デュアルコムファイバレーザを用いて安定化したファイバレーザを 2 機開発し、デュアルコムシステムを構築した。更に、安定な cw-LD を用いて 2 機のコム同期を取ることで、安定なデュアルコム分光を実現した。平均化処理によって、SNR を低減した高感度な分光計測を実現した。

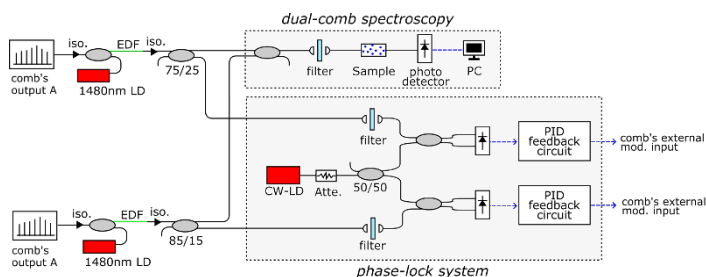


図 7 cw-LD と同期したデュアルコムを用いたデュアルコム分光の実験系

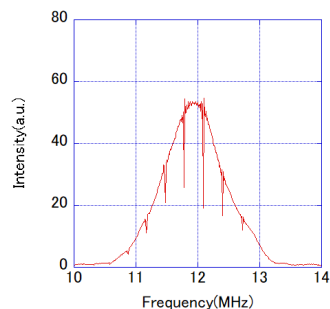


図 8 CH4 のデュアルコム分光スペクトル

### (5) スペクトルピーキング現象の発現

上記の実験の中で、気体分子の細い吸収を受けた超短パルスが光ファイバに導波させることで、吸収スペクトルがピークに周期的に変換される「スペクトルピークの生成」という新しい現象を見出した。更に数値解析と実験解析によって、諸特性とその原理を明らかにした。

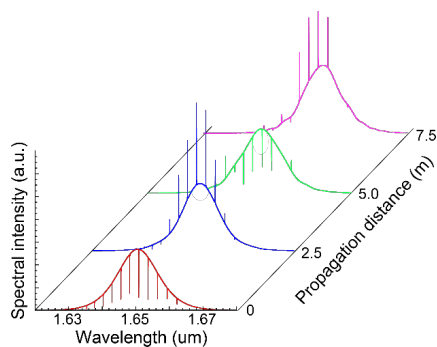


図 9 ファイバ伝搬に伴う周期的なスペクトルピークの生成

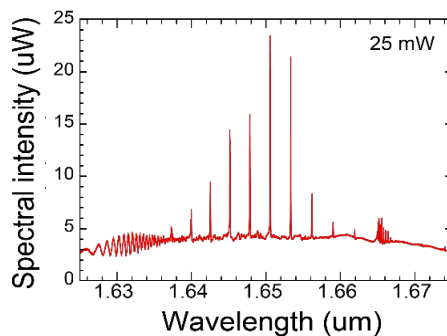


図 10 HNLFF を用いて生成したスペクトルピーク

### (6) SWNT フィルムの 2 波長ポンプ・プローブ測定

2 波長同期型超短パルスファイバレーザの開発を目指し、ファイバ非線形効果を用いて開発した 2 波長超短パルス光源を用いて、SWNT フィルムのポンプ・プローブ計測を行った。その結果、可飽和吸収が起きる 2 波長において、波長間の相互作用が誘起されることを実験的に確認することができた。

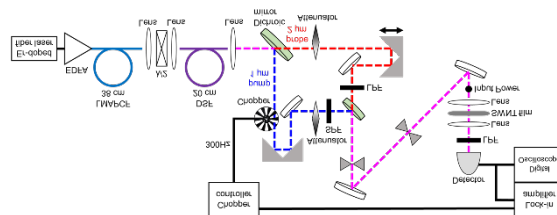


図 11 2 波長ポンプ・プローブ測定の実験系

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 K. Fukazawa, Y. Zhou, S. Kitajima, T. Saito, Y. Sakakibara, N. Nishizawa	4. 巻 12
2. 論文標題 Dispersion-managed Tm-Ho co-doped ultrashort pulse fiber laser using single-walled carbon nanotube and spectral filter	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Science	6. 最初と最後の頁 12369
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/app122312369	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Jingzhe Zhang, Keisuke Fukazawa, Ying Zhou, Shotaro Kitajima, Takeshi Saito, Youichi Sakakibara, Norihiko Nishizawa	4. 巻 ALPSp-22
2. 論文標題 Tm-Ho Co-doped Fiber Pulse Laser for Application in Mid-infrared Pulse Generation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ALPS2022	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Keisuke Fukazawa, Ying Zhou, Shotaro Kitajima, Takeshi Saito, Yoichi Sakakibara, Norihiko Nishizawa	4. 巻 ALPS3-01
2. 論文標題 Spectral Control of Dispersion Managed, Highly-Efficient Tm-Ho co-doped Ultrashort Pulse Fiber Laser at 2 um Using SWNT	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ALPS2022	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nishizawa Norihiko, Yamanaka Masahito	4. 巻 29
2. 論文標題 Characteristics of spectral peaking in optical fibers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 42876 ~ 42876
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/OE.446074	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Norihiko Nishizawa and Masahito Yamanaka	4. 巻 Sth5A.4
2. 論文標題 Characteristics of Spectral Peaking in Coherent Supercontinuum Generation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO) 2021	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kohei Kato, Hayato Suga, Masahito Yamanaka, and Norihiko Nishizawa	4. 巻 ALPS-Poster-20
2. 論文標題 Development and stability evaluation of all polarization-maintaining optical frequency comb based on Figure9 type fiber laser	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS) 2021	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Junya Yamamoto, Masahito Yamanaka, Ying Zhou, Takeshi Saitoh, Youichi Sakakibara, Norihiko Nishizawa	4. 巻 ALPS-3-03
2. 論文標題 Development of Supercontinuum Laser Source at 2 $\mu$ m Wavelength Using Tm-Ho co-doped Ultrashort Pulse Fiber Laser and OCT Imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS) 2021	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norihiko Nishizawa and Masahito Yamanaka	4. 巻 7
2. 論文標題 Periodical spectral peaking on optical pulses in optical fibers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optica	6. 最初と最後の頁 1089-1092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OPTICA.398388	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Kenta, Zhou Ying, Sakakibara Youichi, Saito Takeshi, Nishizawa Norihiko	4. 巻 4
2. 論文標題 Dispersion-managed, high-power, Tm-doped ultrashort pulse fiber laser using single-wall-carbon-nanotube polyimide film	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 OSA Continuum	6. 最初と最後の頁 137 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OSAC.412358	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nishizawa Norihiko, Yamanaka Masahito, Kawagoe Hiroyuki, Matsushima Miyoko, Mori Kensaku, Kawabe Tsutomu	4. 巻 11234
2. 論文標題 Wavelength dependence of ultrahigh resolution optical coherence tomography using supercontinuum	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of SPIE	6. 最初と最後の頁 1123406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2555913	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishizawa Norihiko, Yamanaka Masahito	4. 巻 11521
2. 論文標題 Wavelength dependence of ultrahigh resolution optical coherence tomography using supercontinuum for deep imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of SPIE	6. 最初と最後の頁 115207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2573216	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西澤 典彦, 金 磊, Volker Sonnenschein, 寺林 稜平, 富田 英夫, 山中 真仁, 吉田 賢二, 二宮 真一, 井口 哲夫	4. 巻 48
2. 論文標題 生体応用に向けた広帯域中赤外コム	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 レーザー研究	6. 最初と最後の頁 286-290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西澤典彦	4. 巻 103
2. 論文標題 ファイバレーザークムの進展	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会誌	6. 最初と最後の頁 1089-1096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ying Chen, Masahito Yamanaka, and Norihiko Nishizawa	4. 巻 2
2. 論文標題 Tunable quasi-supercontinuum generation in a 1.7 um spectral band for spectral domain optical coherence tomography	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Optics Continuum	6. 最初と最後の頁 1941-1949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OPTCON.498160	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chen Ying, Yamanaka Masahito, Nishizawa Norihiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Speckle-Reduced Optical Coherence Tomography Using a Tunable Quasi-Supercontinuum Source	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photonics	6. 最初と最後の頁 1338 ~ 1338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/photonics10121338	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ryuichiro Usui, Kohei Kato, Kwangyun Jung, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa	4. 巻 ALPSp2-39
2. 論文標題 Advancement of all polarization maintaining dual-comb using two Figure-9 fiber lasers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ALPS2023	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ying Chen, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa	4. 巻 GW1-03
2. 論文標題 High resolution and low speckle OCT imaging using quasi-supercontinuum laser source	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 APLS (The 12th Asia-Pacific Laser Symposium)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jingzhe Zhang, Keisuke Fukazawa, Norihiko Nishizawa, Shotaro Kitajima, Roujie Zhang, Takeshi Saito, Yin Zhou, and Youichi Sakakibara	4. 巻 ALPS p2-22
2. 論文標題 Mid-infrared optical pulse generation using ultrashort Tm-Ho fiber laser and single-mode ZBLAN fiber	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ALPS2023	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 西澤 典彦, 北島 将太郎
2. 発表標題 高機能超短パルスファイバ レーザー光源の開発と応用
3. 学会等名 電子情報通信学会 光ファイバ応用技術研究会 (OFT) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西澤 典彦
2. 発表標題 ファイバーレーザー事はじめ
3. 学会等名 OPIE2022 レーザー特別セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Keisuke Fukazawa, Ying Zhou, Shotaro Kitajima, Takeshi Saito, Yoichi Sakakibara, Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Spectral Control of Dispersion Managed, Highly-Efficient Tm-Ho co-doped Ultrashort Pulse Fiber Laser at 2 um Using SWNT
3. 学会等名 ALPS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jingzhe Zhang, Keisuke Fukazawa, Ying Zhou, Shotaro Kitajima, Takeshi Saito, Youichi Sakakibara, Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Tm-Ho Co-doped Fiber Pulse Laser for Application in Mid-infrared Pulse Generation
3. 学会等名 ALPS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西澤 典彦
2. 発表標題 ファイバレーザー技術の新展開
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第43回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 水津 慶一郎, 北島 将太郎, 榊原 陽一, 面田恵美子, 片浦 弘道, 西澤 典彦
2. 発表標題 単層カーボンナノチューブを用いた全偏波保持散逸性ソリトンモード同期Er 添加デュアルコムファイバレーザーの開発
3. 学会等名 第83回 応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 深澤 啓介, 高田 翔平, 北島 将太郎, 周 英, 榊原 陽一, 齋藤 毅, 西澤 典彦
2. 発表標題 単層カーボンナノチューブフィルムの可飽和吸収特性測定
3. 学会等名 レーザー学会 中部支部 若手研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 水津 慶一郎, 北島 将太郎, 榊原 陽一, 面田 恵美子, 片浦 弘道, 西澤 典彦
2. 発表標題 全偏波保持Er添加散逸性ソリトンモード同期デュアルコムファイバレーザーの開発と評価
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第43回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 深澤 啓介, 北島 将太郎, 齋藤 毅, 周 英, 榊原 陽一, 西澤 典彦
2. 発表標題 単層カーボンナノチューブを用いたTm-Ho超短パルスファイバレーザーの高度化
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第43回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 張 敬哲, 深澤 啓介, 北島 将太郎, 周 英, 齋藤 毅, 榊原 陽一, 西澤 典彦
2. 発表標題 Mid-infrared Pulse Laser Source Based on Tm-Ho Co-doped Fiber Laser Pumped ZBLAN Fiber
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第43回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 水津 慶一郎、北島 将太郎、榊原 陽一、面田 恵美子、片浦 弘道、西澤 典彦
2. 発表標題 単層カーボンナノチューブを用いた全偏波保持散逸性ソリトンモード同期Er添加デュアルコムファイバレーザの開発と評価
3. 学会等名 2023年第70回応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Development and Applications of Highly Functional Ultrashort Pulse Fiber Lasers
3. 学会等名 Frontier of Nonlinear Optics and Nonlinear Optical Spectroscopy, Annual Meeting of the Spectroscopical Society of Japan 2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤 典彦
2. 発表標題 ファイバレーザの基礎
3. 学会等名 光とレーザの科学技術フェア2021 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Highly functional ultrashort pulse fiber lasers using nonlinear fiber effects and their applications
3. 学会等名 The third "International Advanced Fiber Laser Conference(AFL 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深澤 啓介, 山本 純也, 周 英, 榊原 陽一, 齋藤 毅, 西澤 典彦
2. 発表標題 複屈折ファイバによるインラインスペクトルフィルタを用いたTm-Ho 共添加SWNT超短パルスファイバレーザーのスペクトル制御
3. 学会等名 第82回 応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 純也, 山中 真仁, 深澤 啓介, 周 英, 齋藤 毅, 榊原 陽一, 西澤 典彦
2. 発表標題 Tm-Ho共添加超短パルスファイバレーザーによる広帯域光源を用いた波長2 $\mu$ m帯光コヒーレンストモグラフィ
3. 学会等名 O P J (Optics & Photonics Japan)2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 耕平、西澤 典彦
2. 発表標題 Figure-9ファイバレーザーを用いた全偏波保持型光周波数コムの開発と特性評価
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第42回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 深澤 啓介、山本 純也、周 英、榊原 陽一、齋藤 毅、西澤 典彦
2. 発表標題 複屈折インライン型スペクトルフィルタを用いたTm-Ho共添加SWNT超短パルスファイバレーザーの発振制御
3. 学会等名 レーザー学会 学術講演会 第42回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Norihiko Nishizawa and Masahito Yamanaka
2. 発表標題 Wavelength dependence of ultrahigh resolution optical coherence tomography using supercontinuum for deep imaging
3. 学会等名 OPIC2020, BISC2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N. Nishizawa, Y. Kanehara, M. Yamanaka, R. Terabayashi, E. Omoda, H. Kataura, Y. Sakakibara
2. 発表標題 1.6-1.7 $\mu\text{m}$ Wavelength Tunable, All-Polarization Maintaining, Dual-Comb Fiber Laser with Single Wall Carbon Nanotube for Dual Comb Spectroscopy
3. 学会等名 CLEO2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤 典彦、山中 真仁
2. 発表標題 光ファイバにおけるパルス光の周期的なスペクトルピークの生成
3. 学会等名 第81回応用物理学会 秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤典彦
2. 発表標題 高機能超短パルスファイバレーザー光源の開発と応用
3. 学会等名 第27回レザ-夏の学校 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤典彦
2. 発表標題 ファイバーレーザーの進展
3. 学会等名 第3回 光材料・応用技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤典彦，菅颯人，加藤耕平，山中真仁
2. 発表標題 Er添加 Figure-9 ファイバーレーザーを用いた全偏波保持ファイバーレーザーコムの開発
3. 学会等名 O P J (Optics & Photonics Japan)2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西澤典彦，山中真仁
2. 発表標題 スーパーコンティニューム生成におけるスペクトルピークの特徴
3. 学会等名 第68回 応用物理学会 春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Ultrashort pulse fiber lasers for deep tissue imaging
3. 学会等名 CLE02023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Highly functional ultrashort pulse fiber lasers using nonlinear fiber effects and their applications
3. 学会等名 Advanced Fiber Laser (AFL) conference 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryuichiro Usui, Kohei Kato, Kwangyun Jung, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Advancement of all polarization-maintaining dual-comb using two Figure-9 fiber lasers
3. 学会等名 ALPS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoki Saibara, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Real-time, high-resolution OCT using broadband supercontinuum light in the 800 nm wavelength band
3. 学会等名 ALPS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jingzhe Zhang, Keisuke Fukazawa, Norihiko Nishizawa, Shotaro Kitajima, Rongjie Zhang, Takeshi Saito, Yin Zhou, and Youichi Sakakibara
2. 発表標題 Mid-infrared optical pulse generation using ultrashort Tm-Ho fiber laser and single-mode ZBLAN fiber
3. 学会等名 ALPS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ying Chen, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 High resolution and low speckle OCT imaging using quasi-supercontinuum laser source
3. 学会等名 APLS (The 12th Asia-Pacific Laser Symposium) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Rongjie Zhang, Junya Yamamoto, Futa Osaki, Shotaro Kitajima, Ying Zhou, Takeshi Saito, Youichi Sakakibara, and Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Development of optical coherence tomography in 2 um wavelength region using and all-fiberized ultrashort Tm-Ho co-doped fiber laser
3. 学会等名 APLS (The 12th Asia-Pacific laser symposium) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白井隆一郎, 加藤耕平, Jung Kwagyun, 寺林稜平, 北島将太郎, 西澤典彦
2. 発表標題 Figure-9 ファイバレーザを用いた全偏波保持デュアルコムの開発
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 尾崎楓太, 張栄捷, 北島将太郎, 山中真仁, 斎藤毅, 周英, 榊原陽一, 西澤典彦
2. 発表標題 波長2um帯光源を用いたTD-OCTの特性評価と他波長帯との比較
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 高田翔平, 深澤啓介, 北島将太郎, 周英, 榊原陽一, 斎藤毅, 西澤典彦
2. 発表標題 2波長ポンププロブ系による単層カーボンナノチューブフィルムの2波長相互可飽和吸収特性
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 臼井隆一郎, 加藤耕平, Jung Kwangyun, 寺林稜平, 北島将太郎, 西澤典彦
2. 発表標題 Figure-9レーザーを用いた全偏波保持デュアルコムの開発
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第44回年次大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yefei Zhu, Shotaro Kitajima, and Norihiko Nishizawa
2. 発表標題 Dual comb spectroscopy measurement using all-polarization maintaining single-cavity SWNT mode-locked dual-comb fiber laser
3. 学会等名 第71回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 西澤 典彦	4. 発行年 2022年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 628
3. 書名 次世代高速光通信に対応する光回路実装, デバイスの開発 ~超短パルスファイバー レーザー光源の開発と光通信波長帯における極短パルス生成~	

1. 著者名 西澤 典彦	4. 発行年 2023年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 933
3. 書名 光と物質の量子相互作用ハンドブック ~第4編量子相互作用とデバイス, 第3章ファイバ増幅器・レーザー ~	

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋大学電子工学専攻・西澤研究室 <a href="https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optelelab/">https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optelelab/</a> 名古屋大学電子工学専攻・西澤研究室 <a href="https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optelelab/">https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optelelab/</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	周 英  (Shu Ei)  (80738071)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・主任研究員    (82626)	
研究分担者	北島 将太郎  (Kitajima Shotaro)  (80850544)	名古屋大学・工学研究科・助教    (13901)	
研究分担者	榊原 陽一  (Sakakibara Youichi)  (40357091)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・総括研究主幹    (82626)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山中 真仁  (Yamanaka Masahito)  (90648221)	名古屋大学・工学研究科・助教    (13901)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関