

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－インド研究交流）

1. 研究課題名：「高出力ファイバ増幅器ならびにレーザのための希土類添加ダブルクラッド偏波保持フォトニック結晶ファイバの設計と作製」
2. 研究期間：平成21年4月～平成25年3月
3. 支援額： 総額 15,370,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	齊藤 晋聖	北海道大学 大学院情報科学研究科	教授
研究者	サリンドラ ワシュネイ	北海道大学 大学院情報科学研究科	ポスドク研究員
研究者	ロレンツォ ローザ	北海道大学 大学院情報科学研究科	ポスドク研究員
研究者	村尾 覚志	北海道大学 大学院情報科学研究科	ポスドク研究員
研究者	サムドラ ロイ	北海道大学 大学院情報科学研究科	ポスドク研究員
研究者	佐々木 香織	北海道大学 大学院情報科学研究科	修士課程学生
参加研究者 のべ 8 名			

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	シャーマル バドラ	中央ガラス・セラミック 研究所 (CGCRI)	シニア研究員
研究者	ムリンメイ パル	中央ガラス・セラミック 研究所 (CGCRI)	研究員
研究者	ムクル ポール	中央ガラス・セラミック 研究所 (CGCRI)	研究員
研究者	アタシ パル	中央ガラス・セラミック 研究所 (CGCRI)	研究員
研究者	デバシュリ ゴシュ	中央ガラス・セラミック 研究所 (CGCRI)	研究員
参加研究者 のべ 5 名			

5. 研究・交流の目的

本研究は、ダブルクラッド構造偏波保持フォトニック結晶ファイバに基づくファイバレーザやファイバ増幅器の高出力化・高性能化のために、数値シミュレーション技術を駆使することにより最適なフォトニック結晶ファイバ構造とその設計指針を明らかにするとともに、それを実験的に実証することを目的とする。

具体的には、日本側の研究チームが、希土類元素添加フォトニック結晶ファイバレーザ・増幅器の性能向上のための設計、ならびに実験結果の設計へのフィードバックと構造最適化を担当し、インド側の研究チームが、ダブルクラッド構造偏波保持フォトニック結晶ファイバの作製を担当する。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

光ファイバを用いて高品質な高出力レーザや増幅器を構築するには、コア径を拡大しつつ、いかに単一モード特性と低曲げ損失特性を実現するかが大きな課題となる。本研究においては、大コア径光ファイバの単一モード化と低曲げ損失化のための具体的な方策を明らかにした。

特に、フォトニック結晶ファイバのクラッド領域は、一般に、空孔（エアホール）を三角格子状に周期配置して構成されるが、高出力ファイバレーザや増幅器の断面に空孔が存在する場合、ファイバ接続点での被覆損傷や、出力パワー劣化を引き起こすという問題があるため、フォトニック結晶ファイバの利点を維持しつつ、ファイバ断面内に空孔が存在しない、全く新しい微細構造光ファイバを考案した。

さらに、従来型光ファイバのコア径拡大の限界を理論的に示すとともに、本研究で提案する全ガラス型のフォトニック結晶ファイバを利用することにより、その限界値を大幅に超えることができることを明らかにした。

一連の研究成果については、インド側の研究チームと共同で7件の国際会議論文として発表するとともに、5編の原著論文として国際誌に公表した。

6-2 人的交流の成果

インド側の研究グループからはムリンメイ・パル博士を、平成21年10月24日～11月15日まで（約3週間）、および、平成22年7月3日～7月17日まで（約2週間）招聘するとともに、インド側の研究グループのリーダーであるシャーマル・バドラ博士を、平成23年10月10日～10月16日まで（1週間）招聘し、光ファイバ設計に関する研究・討論を行うとともに、インド側からのファイバ製造方法や材料条件に関する情報を共有し、ファイバ構造最適化のための議論を行った。

また、研究交流先の研究機関である中央ガラス・セラミック研究所からサムドラ・ロイ博士を日本側の研究機関のポスドク研究員として招聘し、ロイ博士とともに本研究交流プロジェクトを実施した。

日本側の研究グループからは、研究代表者のインド側への4回の訪問を含め、延べ3名の研究者が研究交流先の研究機関である中央ガラス・セラミック研究所を訪問し、研究討論やファイバ最適設計技術に関する情報提供を行った。

さらに、平成24年1月には、中央ガラス・セラミック研究所において、国際ワークショップ「Indo-Japan International Workshop on Speciality Optical Fiber, Nano-photonics and Devices」を開催した。日本からは、研究代表者の他に、この分野において第1線で活躍されている4名の研究者に最新の研究成果について講演をいただくとともに、7名のインド人研究者にも講演をいただき、合計出席者が70名以上という大規模なワークショップが開催できた。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

※相手側との共著論文についてはその旨備考欄に記載

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	K. Saitoh, Y. Tsuchida, L. Rosa, M. Koshihara, F. Poli, A. Cucinotta, S. Selleri, M. Pal, M. Paul, D. Ghosh, and S. Bhadra, "Design of all-solid leakage channel fibers with large mode area and low bending loss," <i>Optics Express</i> , Vol. 17, No. 6, pp. 4913-4919, Mar. 2009.	日印 共同
論文	S. Roy, S.K. Bhadra, K. Saitoh, M. Koshihara, and G.P. Agrawal, "Dynamics of Raman soliton during supercontinuum generation near the zero-dispersion wavelength of optical fibers," <i>Optics Express</i> , Vol. 19, No. 11, pp. 10443-10455, 23 May 2011.	日印 共同

論文	S. Roy, D. Ghosh, S.K. Bhadra, K. Saitoh, and M. Koshiba, "Strong infrared radiation through passive dispersive wave generation and its control," <i>Applied Optics</i> , Vol. 50, No. 20, pp. 3475-3481, 10 July 2011.	日印 共同
論文	K. Saitoh, S. Varshney, K. Sasaki, L. Rosa, M. Pal, M.C. Paul, D. Ghosh, S.K. Bhadra, and M. Koshiba, "Limitation on effective area of bent large-mode-area leakage channel fibers," <i>IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology</i> , Vol. 29, No. 17, pp. 2609-2615, 1 Sept. 2011.	日印 共同
論文	M. Pal, K. Saitoh, M.C. Paul, D. Ghosh, and S.K. Bhadra, "Design and fabrication of large mode area air-clad leakage channel fiber with superior bending characteristics," <i>IEEE Photonics Technology Letters</i> , Vol. 24, No. 18, pp. 1650-1652, Sept. 2012.	日印 共同