

SICORP 終了報告書 (杉岡・Vázquez・Kelemen 課題)

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP) 日本-イタリア・ハンガリー共同研究
終了報告書 概要

1. 研究課題名:「ボトルシップ型バイオチップ高機能化のためのフェムト秒レーザー先端加工技術の開発」
2. 研究期間: 2014年10月~2017年3月
3. 主な参加研究者名:
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	杉岡 幸次	ユニットリーダー	国立研究開発法人 理化学研究所・光量子工学研究領域	WP1, WP3 (感光性フォトリソグラフィの加工とそれを用いたバイオチップの作製)
研究参加者	Jian Xu	研究員	国立研究開発法人 理化学研究所・光量子工学研究領域	WP1, WP3 (感光性フォトリソグラフィの加工とそれを用いたバイオチップの作製)
研究参加者	Felix Sima	客員研究員	国立研究開発法人 理化学研究所・光量子工学研究領域	WP3 (細胞の検出、機能解明、操作を行うバイオチップの作製と応用)
研究期間中の全参加研究者数			3名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Rebeca Martínez Vázquez	Staff Researcher	Institute for Photonics and Nanotechnologies, National Research Council	WP1, WP2, WP3 (石英ガラスの加工とそれを用いたバイオチップの作製、多点同時加工システムの開発)
主たる共同研究者	Lóránd Kelemen	Research Associate	Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences	WP2, WP3 (2光子造形におけるSLMを用いたビーム整形技術、多点同時加工システムの開発、

				バイオチップの実用的応用)
研究参加者	Roberto Osellame	Senior Researcher	Institute for Photonics and Nanotechnologies, National Research Council	WP1, WP2, WP3 (石英ガラスの加工とそれを用いたバイオチップの作製、多点同時加工システムの開発)
研究参加者	Pál Ormos	Director General	Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences	WP2, WP3 (2光子造形におけるSLMを用いたビーム整形技術、多点同時加工システムの開発、バイオチップの実用的応用)
研究期間中の全参加研究者数			4名	

4. 共同研究の概要

本研究課題では、バイオ・化学物質の高速・高感度・高効率の反応、分析、検出、分離、精製を実現するバイオチップを高機能化するボトルシップ型集積レーザー加工技術を開発することを目的とする。具体的には、理研（日本）は感光性フォチュランガラスを用い、細胞の検出、機能解明、操作を行うバイオチップの作製技術の開発を、INF（イタリア）は石英ガラスを用い、生物分子のラベルフリー検出等を可能とするバイオチップの作製技術を開発した。一方 BRC-HAS（ハンガリー）は、フェムト秒レーザー加工技術に空間光変調器を用いたビーム操作技術を導入し、プロセスを高効率化・高解像度化する技術の開発を行った。

日欧の3つの研究チームが相互補完的に取り組むことで、高機能なバイオチップを効率的に作製する新たなレーザー加工技術を確立することに成功した。

5. 共同研究の成果

5-1 共同研究の学術成果

バイオチップを高機能化する新たなレーザー加工技術を開発した。具体的には、フェムト秒レーザーによる除去加工技術（3次元ガラス加工技術）と付加加工技術（2光子造形）を組み合わせ、3次元ガラス流体素子内部に多様な機能を有する3次元ポリマーマイクロ・ナノ構造体を集積化する技術（ボトルシップ型集積レーザー加工技術）を開発した。さらに、ボトルシップ型集積レーザー加工技術に空間光変調器を用いたビーム操作技術を導入し、プロセスの高効率化・高解像度化を図った。開発した技術により、生物分子のラベルフリー検出等を可能とするバイオチップや、細胞の検出、機能解明、操作を行うバイオチップを作製し、その高機能性を実証した。

5-2 国際連携による相乗効果

日欧の3つの研究チームが相互補完的に共同研究に取り組むことで、高機能なバイオチップを効率的に作製する新たなレーザー加工技術を確立することに成功した。理研と INF（イタリア）で異なるバイオチップ基板を用いたレーザー加工技術を開発することにより、バイオチップの多様化を実現することができた。また **BRC-HAS**（ハンガリー）が開発したビーム整形技術により、ボトルシップ型バイオチップの高機能化を図ることができた。

5-3 共同研究成果から期待される波及効果

本研究課題で開発された技術は、既存の作製技術では作製が困難であった構造あるいは機能を持つバイオチップの作製を可能にした。本技術により作製される高機能バイオチップの作製は、化学、バイオ、医療、環境、食品等きわめて広範囲での利用が期待される。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
 Japan – Italy, Hungary Joint Research Program
 Executive Summary of Final Report

1. Project Title : 「FEMtosecond laser Advanced manufacturing for Ship-In-a-Bottle Lab-on-chips Enrichment (FEASIBLE)」
2. Project Period : October 1st, 2014 ~ March 31st, 2017
3. Main Participants :

Japan-side (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Koji Sugika	Unit leader	RIKEN Center for Advanced Photonics, RIKEN	WP1, WP3 (Processing of photosensitive Foturan glass and applications to biochip fabrication)
Collaborator	Jian Xu	Research Scientist	RIKEN Center for Advanced Photonics, RIKEN	WP1, WP3 (Processing of photosensitive Foturan glass and applications to biochip fabrication)
Collaborator	Felix Sima	Visiting Scientist	RIKEN Center for Advanced Photonics, RIKEN	WP3 (Fabrication of biochips for detection, functional investigation, and manipulation of cells)
Total number of participating researchers in the project: 3				

Partner-side (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Rebeca Martínez Vázquez	Staff Researcher	Institute for Photonics and Nanotechnologies, National Research Council	WP1, WP2, WP3 (Processing of fused silica and applications to biochip fabrication. Development of multibeam parallel processing system.)
Co-PI	Lóránd Kelemen	Research Associate	Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences	WP2, WP3 (Beam shaping for TPP using SLM. Development of multibeam parallel processing system. Practical applications of fabricated biochips)
Collaborator	Roberto Osellame	Senior Researcher	Institute for Photonics and Nanotechnologies, National Research Council	WP1, WP2, WP3 (Processing of fused silica and applications to biochip fabrication. Development of multibeam parallel processing system.)
Collaborator	Pál Ormos	Director General	Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences	WP2, WP3 (Beam shaping for TPP using SLM. Development of multibeam parallel processing system. Practical applications of fabricated biochips)
Total number of participating researchers in the project: 4				

4. Scope of the joint project

The aim of this research is to develop ship-in-a-bottle laser integration technique that allows us to highly functionalize biochips performing reaction, analysis, detection, separation and purification of biochemical materials with benefits of high-speed, high-sensitivity, and high-efficiency. Specifically, RIKEN developed the technique to fabricate biochips using photosensitive Foturan glass for detection, determination of functions and manipulation of bio cells. INF (Italy) developed the technique to fabricate biochips based on fused silica, enabling label free sensing of bio molecules. BRC-HAS (Hungary) introduced the beam manipulation technique using a spatial light modulator into femtosecond laser manufacturing system to enhance the process efficiency and fabrication resolution.

Through collaborative and complementary research between EU and Japan, this research has established novel laser manufacturing technology that realizes highly functional biochips.

5. Outcomes of the joint project

5 – 1 Intellectual Merit

Novel laser fabrication technique highly functionalizing biochips has been developed. Specifically, hybrid of **femtosecond laser subtractive processing (3D glass microfabrication)** and **additive processing (two-photon polymerization)** enabled integration of 3D polymer micro and nano structures with diverse functions into 3D glass microfluidic devices, which is termed **ship-in-a-bottle integration technique**. Additionally, introduction of the beam manipulation technique using a spatial light modulator into the ship-in-a-bottle integration technique succeeded in enhancing the process efficiency and fabrication resolution. The developed technique allowed us to fabricate biochips for label free sensing of bio molecules and detection, determination of functions and manipulation of bio cells.

5 – 2 Synergy from the Collaboration

Through collaborative and complementary research between three research teams in EU and Japan, novel laser manufacturing technology that realizes highly functional biochips has been established. RIKEN and INF (Italy) employed different kinds of glass substrates for fabrication of microfluidic chips by laser processing, which diversifies applications of fabricated biochips. Meanwhile, the beam shaping technique developed by BRC-HAS (Hungary) contributes to highly functionalize the ship-in-a-bottle biochips.

5 – 3 Potential Impacts on Society

The technology developed in this project enables us to fabricate biochips with different structures and different functionalities that cannot be fabricated by the other existing technologies. Thus, the functional biochips fabricated by the developed technology are expected to be used in wide area including chemistry, biology, medicine, environment, food, etc.

別紙2_共同研究における研究成果リスト (杉岡・Vázquez 課題)

1. 論文発表等

- 相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文
 - 1) J. Xu, D. Wu, J. Y. Ip, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Vertical sidewall electrodes monolithically integrated into 3D glass microfluidic chips using water-assisted femtosecond-laser fabrication for in situ control of electrotaxis", *RSC Adv.* 5, 24072-24080 (2015).
 - 2) J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Nanoaquarium: Manipulation of bio-cells and worms in electrofluidics fabricated by hybrid femtosecond laser processing", *Proc. ICALEO2015*, N101 (2015).
 - 3) B. Xu, W. Du, J. Li, Y. Hu, L. Yang, C. Zhang, G. Li, Z. Lao, J. Ni, J. Chu, D. Wu, S. Liu, and K. Sugioka, "High efficiency integration of three-dimensional functional microdevices inside a microfluidic chip by using femtosecond laser multifoci parallel microfabrication", *Sci. Rep.* 6, 19989 (2016).
 - 4) J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Femtosecond laser fabricated electrofluidic devices in glass for 3D manipulation of biological samples", *Proc. SPIE*, Vol. 9735, 97350B (2016).
 - 5) C. Zhang, Y. Hu, W. Du, P. Wu, S. Rao, Z. Cai, Z. Lao, B. Xu, J. Ni, J. Li, G. Zhao, D. Wu, J. Chu, and K. Sugioka, "Optimized holographic femtosecond laser patterning method towards rapid integration of high-quality functional devices in microchannels", *Sci. Rep.* 6, 33281 (2016).
 - 6) J. Xu, H. Kawano, W. Liu, Y. Hanada, P. Lu, A. Miyawaki, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Controllable alignment of elongated microorganisms in a 3D microspace using electrofluidic devices manufactured by hybrid femtosecond laser microfabrication", *Microsystems Nanoengin.* 3, 16078 (2017).
 - 7) F. Sima, D. Serien, D. Wu, J. Xu, H. Kawano, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Micro and nano- biomimetic structures for cell migration study fabricated by hybrid subtractive and additive 3D femtosecond laser", *Proc. SPIE* Vol. 10092, 1009207 (2017).
- 日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文
 - 1) Vizsnyiczai G, T Lestyán, J Joniova, BL Aekbote, A Strejčková, P Ormos, P Miskovsky, L Kelemen and G Bánó, "Optically trapped surface-enhanced Raman probes prepared by silver photoreduction to 3D microstructures", *Langmuir*, 31, 10087–10093 (2015)
 - 2) Oroszi L, A Buzas, P Galajda, L Kelemen, A Mathesz, T Vicsek, G Vizsnyiczai, P Ormos, Dimensionality constraints of light-induced rotation, *Appl. Phys. Lett.*, 107, 204106 (2015).
 - 3) Aekbote BL., T Fekete, J Jacak, G Vizsnyiczai, P Ormos, L Kelemen, "Complex microstructures for indirect optical manipulation of single cells", *Biomedical Opt. Express*, 7, 45-56 (2016)
 - 4) Surya S. K. Guduru, Francesco Scotognella, Alessandro Chiasera, Valligatla Sreeramulu, Luigino Criante, Krishna Chaitanya Vishnubhatla, Maurizio Ferrari, Roberta Ramponi, Guglielmo Lanzani, Rebeca Martínez Vázquez, "Highly integrated lab-on-a-chip for fluorescence detection," *Opt. Eng.* 55(9), 097102 (2016),
 - 5) Aekbote BL., T. Fekete, J. Jacak, G. Vizsnyiczai, P. Ormos and L. Kelemen, Surface-modified complex SU-8 microstructures for indirect optical manipulation of single cells, *Biomed. Optics Expr.* 7:45-56 (2016),
 - 6) Vizsnyiczai G, Aekbote BL, Buzas A, Grexa I, Ormos P, Kelemen L, High accuracy indirect optical manipulation of live cells with functionalized microtools, *Proc. SPIE* 9922, 992216. (2016)
- 相手側研究チームとの総説、書籍など
 - 1) F. Sima, K. Sugioka, R. Martínez Vázquez, R. Osellame, L. Kelemen, and P. Ormos, "Three-dimensional femtosecond laser processing for lab-on-a-chip applications", *Nanophotonics* 6, <https://doi.org/10.1515/nanoph-2017-0097> (in press).

- 相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など
- 1) F. Sima, J. Xu, D. Wu, and K. Sugioka, "Ultrafast laser fabrication of functional biochips: new avenues for exploring 3D micro- and nano-environments", *Micromachines* 8, 40 (2017).
- 2) 杉岡幸次, "フェムト秒レーザーを用いた除去/付加複合 3次元加工と応用", *OPTRONICS*, 413, 135-139 (2016)

2. 学会発表

- 相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表
- 1) K. Sugioka, "Advances in ultrafast laser processing in the last two decades and the future", *SPIE Int. Symp. on Laser Applications in Microelectronic and Optoelectronic Manufacturing XX (LAMOM XX)*, San Francisco, USA, Feb. 11th (2015). (招待講演)
- 2) K. Sugioka, "The state of the art in ultrafast laser processing", *Laser World of Photonics China 2015, 10th International Laser Processing and Systems Conference (LPC 2015)*, Shanghai, China, March 17th (2014). (招待講演)
- 3) 杉岡幸次, Wu Dong, Jian Xu, Felix Sima, 緑川克美, "除去・付加複合フェムト秒レーザー 3次元加工", 第 62 回応用物理学会春期学術講演会シンポジウム「レーザーによる 3次元造形技術の最先端から実用まで」、3月12日、平塚 (2015)。(招待講演)
- 4) Jian Xu, 河野寛之, Wu Dong, 緑川克美, 杉岡幸次, "Flexible electrode patterning in glass microchannels using hybrid femtosecond laser microfabrication for 3D controllable electro-orientation of microorganisms", 第 62 回応用物理学会春期学術講演会シンポジウム「レーザーによる 3次元造形技術の最先端から実用まで」、3月12日、平塚 (2015)。(口頭発表)
- 5) F. Sima, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, K. Sugioka, "Hybrid subtractive and additive femtosecond laser micro-machining for highly functional biochip fabrication", *6th European Conference on Applications of Femtosecond Lasers in Materials Science (FemtoMat 2015)*, Mauterndorf, Austria, March (2015). (招待講演)
- 6) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, D. Wu, and K. Midorikawa, "Hybrid femtosecond subtractive and additive 3D manufacturing for biochip fabrication", *Conf. on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2015)*, San Jose, USA, May (2015). (招待講演)
- 7) J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Flexible manipulation of biological cells in microscale space using electrofluidics fabricated by femtosecond laser", *The 6th Shanghai-Tokyo Advanced Research Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (STAR6)*, Hangzhou, China, May (2015). (招待講演)
- 8) D. Wu, S. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Ship-in-a-bottle fs laser integration of center-pass microlens arrays enabling coupling-free parallel cell counting with 100% success rate", *15th Int. Sym. on Laser Precision Microfabrication (LPM 2015)*, Kitakyushu, Japan, May (2015). (口頭発表)
- 9) F. Sima, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Hybrid femtosecond laser micro-integration of polymeric patterns inside glass channels for cell manipulation", *15th Int. Sym. on Laser Precision Microfabrication (LPM 2015)*, Kitakyushu, Japan, May (2015). (口頭発表)
- 10) J. Xu, H. Kawano, D. Wu, S. Felix, K. Midorikawa, and K. Sugioka, "Three-dimensional manipulation of biological samples using electrofluidic platform fabricated by hybrid femtosecond laser microfabrication", *15th Int. Sym. on Laser Precision Microfabrication (LPM 2015)*, Kitakyushu, Japan, May (2015). (口頭発表)
- 11) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, D. Wu, and K. Midorikawa, "Ship-in-a-bottle fabrication of functional biochips by hybrid femtosecond laser processing", *Conf. on Lasers and Electro-Optics Europe (CLEO/Europe 2015)*, Munich, Germany, June (2015). (招待講演)
- 12) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, D. Wu, and K. Midorikawa, "Manufacture of 3D functional

- biochips by hybrid additive and subtractive femtosecond laser processing”, 3rd Int. Academy of Photon. and Laser Engin. (IAPLE) Conference, Honolulu, USA, Aug. (2015). (招待講演)
- 13) J. Xu, H. Kawano, A. Miyawaki, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Femtosecond laser fabricated electrofluidic devices enabling 3D flexible manipulation and observation of microorganism motions”, 13th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA 2015), Cairns, Australia, Sept. (2015). (口頭発表)
 - 14) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, D. Wu, and K. Midorikawa, “Hybrid subtractive and additive 3D microprocessing using femtosecond laser for functional biochip fabrication”, 13th Int. Conf. on Laser Ablation (COLA 2015), Cairns, Australia, Sept. (2015). (ポスター発表)
 - 15) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, D. Wu, and K. Midorikawa, “Hybrid femtosecond laser 3D microprocessing consisting of subtractive and additive manufacturing”, 23rd Int. Conf. on Advanced Laser Technology (ALT’ 15), Faro, Portugal, Sept. (2015). (招待講演)
 - 16) J. Xu, H. Kawano, A. Miyawaki, K. Midorikawa, K. Sugioka, “Z-directional motion control of microorganisms using electrofluidic devices fabricated by femtosecond laser”, 第76回応用物理学会秋季学術講演会, 9月, 名古屋 (2015) (口頭発表)
 - 17) K. Sugioka, J. Xu, and K. Midorikawa, “Nanoaquarium: manipulation of bio-cells in electrofluidics fabricated by hybrid femtosecond laser processing”, 24th Int. Cong. on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2015), Atlanta, USA, Oct. (2015). (招待講演)
 - 18) J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Femtosecond laser fabricated electrofluidic devices in glass for 3D manipulation of biological samples”, SPIE Int. Symp. on Laser Applications in Microelectronic and Optoelectronic Manufacturing XXI (LAMOM XXI), San Francisco, USA, Feb. (2016). (口頭発表)
 - 19) 杉岡幸次, F. Sima, J. Xu, D. Wu, 緑川 克美, “除去/付加複合フェムト秒レーザー 3次元加工技術とバイオチップ作製への応用”, サイエンスアゴラ 2015「ヨーロッパタイトステージ」、11月、東京 (2015). (招待講演)
 - 20) J. Xu, Mingjie Liu, Katsumi Midorikawa and Koji Sugioka, "Microspatially modulating hydrophilic/hydrophobic property on glass surface using femtosecond laser direct writing", 第63回応用物理学会春期学術講演会, 3月, 東京 (2016) (口頭発表)
 - 21) 杉岡幸次, “フェムト秒レーザーを用いた除去/付加複合3次元加工と応用”, OPIE’16 共催セミナー「レーザー光を用いた超精密・超微細3Dプリンティングの最前線」、5月、東京 (2016). (招待講演)
 - 22) J. Xu, H. Kawano, A. Miyawaki, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “3D electrofluidic platform fabricated by hybrid femtosecond laser fabrication for functional observation of flagellar motions”, The 7th Shanghai-Tokyo Advanced Research Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (STAR7), Hayama, Japan, May (2016). (口頭発表)
 - 23) F. Sima, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Femtosecond laser micro- and nanoengineering of 3D environments for cancer cell study”, Int. Conf. on Small Science (ICSS 2016), Prague, Czech, June (2016). (招待講演)
 - 24) J. Xu, H. Kawano, A. Miyawaki, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Dynamic observation and analysis of flagellar motions using femtosecond laser fabricated electrofluidic devices”, 17th Int. Sym. on Laser Precision Microfabrication (LPM 2016), Xi’an, China, June (2016). (口頭発表)
 - 25) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, H. Kawano, A. Miyawaki, and K. Midorikawa, “Hybrid subtractive and additive 3D processing using femtosecond laser”, 2016 Light Conference, Changchun, China, July (2016). (招待講演)
 - 26) K. Sugioka, "Ultrafast laser micro and nano processing – From fundamentals to applications", 5th Int. School on Lasers in Materials Science (SLIMS 2016), Venice, Italy, July (2016). (招待講演)
 - 27) K. Sugioka, J. Xu, F. Sima, H. Kawano, A. Miyawaki, and K. Midorikawa, “Hybrid subtractive and additive 3D microprocessing using femtosecond laser for functional

- biochip fabrication”, The 10th International Conference on Photo-Excited Processes and Applications (ICPEPA-10), Brasov, Romania, August-Sept. (2016). (招待講演)
- 28) F. Sima, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Hybrid femtosecond laser processing of biomimetic architectures with lab-on-a-chip devices for cancer cell study”, The 10th International Conference on Photo-Excited Processes and Applications (ICPEPA-10), Brasov, Romania, August-Sept. (2016). (ポスター発表)
- 29) F. Sima, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Ship-in-a-bottle integration of biomimetic architecture into lab-on-a-chip by femtosecond laser 3D processing: application to cancer research”, 24th Int. Conf. on Advanced Laser Technology (ALT' 16), Galway, Ireland, Sept. (2016). (招待講演)
- 30) 杉岡幸次, “超短パルスレーザープロセッシング - 最新の研究動向から産業応用まで”, JIAL・グローバルテクノロジーセミナー、10月、横浜 (2016). (招待講演)
- 31) K. Sugioka, F. Sima, J. Xu, D. Wu, and K. Midorikawa, “Hybrid subtractive and additive 3D femtosecond laser processing for integrated biochip fabrication”, 4th Int. Symp. on Laser Interaction with matter (LIMIS 2016), Chengdu, China, Nov. (2016). (招待講演)
- 32) 杉岡幸次, “フェムト秒レーザーによる3次元加工とそのバイオ応用”, 第177回レーザー協会研究会、1月、東京 (2017). (招待講演)
- 33) F. Sima, D. Serien, D. Wu, J. Xu, K. Midorikawa, and K. Sugioka, “Micro and nano-biomimetic structures for cell migration study fabricated by hybrid subtractive and additive 3D femtosecond laser processing”, SPIE Int. Conf. on Laser-based Micro- and Nanoprocessing XI (LBMN XI), San Francisco, USA, Jan.-Feb. (2017). (招待講演)
- 34) K. Sugioka, F. Sima, J. Xu, and K. Midorikawa, “Hybrid subtractive and additive 3D femtosecond laser processing: application for fabrication of novel biochips”, 3017 Int. Conf. on Frontiers in Theoretical and Applied Physics (FTAPS 2017), Sharjah, UAE, Feb. (2017). (招待講演)
- 35) D. Serien, K. Midorikawa, K. Sugioka, “Femtosecond Laser Microfabrication of Proteinaceous Pattern Inside Glass”, 第64回応用物理学会春期学術講演会, 3月, 横浜 (2017) (口頭発表)
- 36) K. Sugioka, “Hybrid subtractive and additive femtosecond laser 3D micro machining”, 5th Industrial Laser Appl. Sym. (ILAS 2017), Belton, Grantham, UK, March (2017). (招待講演)
- 37) 杉岡幸次, “超短パルスレーザー加工の基礎と応用”, 平成29年度レーザー加工技術展専門技術セミナー、4月、東京 (2017). (招待講演)
- 38) 杉岡幸次, “複合フェムト秒レーザー3次元加工によるバイオチップの作製”, 第87回レーザー加工学会講演会、4月、東京 (2017). (招待講演)
- 39) K. Sugioka, “Advanced femtosecond laser processing for electronic and biological applications”, 4th UKP-Workshop, Aachen, Germany, April (2017). (招待講演)
- 40) K. Sugioka, “Hybrid and tailored femtosecond laser microprocessing”, 2017 Int. Pioneer Forum on Laser-Enabled Micro/Nano-Applications (LEMA 2017), Changzhou, China, May. (2017). (招待講演)
- 日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表
- 1) Rebeca Martinez Vazquez, Giovanni Nava, Tie Yang, Manuela Veglione, Paolo Minzioni, Francesca Bragheri, Ilaria Chiodi, Maira Di Tano, Chiara Mondello, Ilaria Cristiani, Roberto Osellame “Femtosecond laser fabricated optofluidic device to mechanically discriminate between cells” SPIE BIOS 2015, SPIE Photonic West 2015, San Francisco, USA, Feb. (2015), (口頭発表)
- 2) Oroszi L, Búzás A, Galajda P, Kelemen L, Mathesz A, Vicsek T, Vizsnyiczay G and Ormos P, “Conditions of Rotation Driven by Light with no Angular Momentum”, Trends in Optical Micromanipulation III, Universitätszentrum Obergurgl, Austria, 25 - 30 January 2015 (口頭発表)
- 3) Lorand Kelemen, “Gold-coated microtools for localized fluorescence enhancement”,

- Trends in Optical Micromanipulation III, Universitätszentrum Obergurgl, Austria, 25 - 30 January 2015 (ポスター発表)
- 4) Rebeca Martinez Vazquez, Francesca Bragheri, Petra Paie, Roberto Osellame "Femtosecond laser micromachining for fabricating optofluidic devices" FIMPART 2015, Hyderabad, India, June (2015) (招待講演)
 - 5) Kelemen L, Aekbote BL, Vizsnyiczai G and Ormos P, "Functionalization of two-photon polymerized microtools for biological applications", The 7th International Congress on Laser Advanced Materials Processing, Kitakyushu, Japan, 26 - 29 May 2015 (口頭発表)
 - 6) Di Leonardo R, Galajda P, Kelemen L, Mathesz A, Oroszi L, Vicsek T, Vizsnyiczai G and Ormos P, "Light driven photopolymerized microstructures to model biological motion", The 7th International Congress on Laser Advanced Materials Processing, Kitakyushu, Japan, 26 - 29 May 2015 (口頭発表)
 - 7) Vizsnyiczai G, Aekbote BL, Buzás A, Ormos P, Kelemen L, "Optical micromanipulation and imaging of single cells", 12th Multinational Congress on Microscopy, Eger, Hungary, 23-28 August 2015 (ポスター発表)
 - 8) Vizsnyiczai G, Aekbote BL, Buzás A, Grexa I, Ormos P and Kelemen L, "High accuracy indirect optical manipulation of live cells with functionalized microtools", Optics and Photonics, Optical Trapping and Optical Micromanipulation XIII, San Diego, Ca, USA, 28 August - 1 September 2016 (口頭発表)
 - 9) English, E. Lepera, L. Kelemen, P. Ormos, R. Osellame, R. Martínez Vázquez, "Optofluidic label free sensor fabricated by hybrid femtosecond laser micromachining", BIOS Photonics West 2017, San Francisco, USA, 02 February 2017 (口頭発表)
 - 10) Lepera E, Horváth B, Kelemen L, Ormos P, Osellame R, Martínez Vázquez R, Optofluidic label free sensor fabricated by femtosecond laser micromachining, SPIE LASE 2017, SPIE Photonic West 2017, San Francisco, California, USA (口頭発表)
 - 11) Vizsnyiczai G, Buzás A, Aekbote BL, Fekete T, Grexa I, Ormos P, Kelemen L, "Application of indirect optical micromanipulation in fluorescent, 3D live cell imaging", 11th EBSA Congress, July 16-20, 2017, Edinburgh, UK, accepted for oral presentation (口頭発表)

3. ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

- 1) The 16th International Symposium on Laser Precision Microfabrication, Special Session on Hybrid femtosecond laser manufacturing (主催者：杉岡幸次, Rebeca Martinez, Korand Kelemen、参加者数：350名)、北九州国際会議場、北九州、2015年5月26日～5月29日
- 2) 電気学会 持続可能な社会と先端技術を支えるレーザプロセッシング技術調査専門委員会 第5回委員会 (主催者：杉岡幸次、参加者数：15名)、京都大学東京オフィス、東京、2015年11月27日

4. 研究交流の実績

- 日本側から相手国機関への訪問 (日本側研究チームメンバーのみ)
- 1) 2014年11月27日～2014年12月1日、Jian Xu (理化学研究所、特別研究員)、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council (イタリア ミラノ)、プロジェクトキックオフミーティング、研究打ち合せ
- 2) 2015年2月8日～2015年2月15日、杉岡幸次 (理化学研究所、ユニットリーダー)、SPIE Photonics West 2015 (米国 サンフランシスコ)、The Aerospace Corp. (米国 ロスアンゼルス)、研究打ち合せ (Rebeca Martínez)、成果報告、国際会議参加、情報収集
- 3) 2015年3月16日～2015年3月17日、杉岡幸次 (理化学研究所、ユニットリーダー)、Laser Photonics China 2015、10th Intl. Laser Proc. And Systems Conf. (中国 上海)、

- 成果報告、国際会議参加、情報収集
- 4) 2015年6月21日～2015年6月25日、杉岡幸次(理化学研究所、ユニットリーダー)、CLEO-Europe 2015(ドイツ ミュンヘン)、究打ち合せ(Rebeca Martínez)、成果報告、国際会議参加、情報収集
 - 5) 2016年2月14日～2016年2月20日、杉岡幸次(理化学研究所、ユニットリーダー)、SPIE Photonics West 2016(米国 サンフランシスコ)、究打ち合せ(Roberto Osellame)、成果報告、国際会議参加、情報収集
 - 6) 2016年2月13日～2016年2月20日、Jian Xu(理化学研究所、研究員)、SPIE Photonics West 2016(米国 サンフランシスコ)、究打ち合せ(Roberto Osellame)、成果報告、国際会議参加、情報収集
 - 7) 2016年8月27日～2016年9月7日、杉岡幸次(理化学研究所、ユニットリーダー)、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council(セゲド ハンガリー) ICPEPA-10(ブラショフ ルーマニア)、プロジェクトミーティング、研究打ち合せ、成果報告、国際会議参加、情報収集
 - 8) 2017年2月21日～2017年2月26日、杉岡幸次(理化学研究所、ユニットリーダー)、FTAPS 2017(シャルジャ UAE)、成果報告、国際会議参加、情報収集
- 相手国側から日本側への訪問(相手側研究チームメンバーのみ)
 - 1) 2015年5月25日～2015年5月31日、Rebeca Martínez Vázquez(Staff Researcher、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council)、北九州国際会議場、北九州、国際会議でのスペシャルセッションの開催、プロジェクトミーティング
 - 2) 2015年5月25日～2015年5月31日、Roberto Osellame(Senior Researcher、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council)、北九州国際会議場、北九州、国際会議でのスペシャルセッションの開催、プロジェクトミーティング
 - 3) 2015年5月25日～2015年5月31日、Lóránd Kelemen(Research Associate、Biological Research Centre、Hungarian Academy of Sciences)、北九州国際会議場、北九州、国際会議でのスペシャルセッションの開催、プロジェクトミーティング
 - 4) 2015年5月25日～2015年5月31日、Pál Ormos(Director General、Biological Research Centre、Hungarian Academy of Sciences)、北九州国際会議場、北九州、国際会議でのスペシャルセッションの開催、プロジェクトミーティング
 - 5) 2015年11月25日～2015年11月30日、Rebeca Martínez Vázquez(Staff Researcher、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ
 - 6) 2015年11月25日～2015年11月30日、Lóránd Kelemen(Research Associate、Biological Research Centre、Hungarian Academy of Sciences)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ
 - 7) 2015年11月25日～2015年11月30日、Pál Ormos(Director General、Biological Research Centre、Hungarian Academy of Sciences)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ
 - 8) 2016年2月28日～2016年3月3日、Rebeca Martínez Vázquez(Staff Researcher、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ
 - 9) 2016年2月28日～2016年3月3日、Roberto Osellame(Senior Researcher、Institute for Photonics and Nanotechnologies、National Research Council)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ
 - 10) 2016年2月28日～2016年3月3日、Lóránd Kelemen(Research Associate、Biological Research Centre、Hungarian Academy of Sciences)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ

11) 2016年2月28日～2016年3月3日、Pál Ormos (Director General, Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ

● 相手国側から日本側への訪問 (相手側研究チームメンバー以外)

1) 2015年11月25日～2015年11月30日、Eugenia Lepera (Postdoctoral Fellow, Institute for Photonics and Nanotechnologies, National Research Council)、理化学研究所、和光、プロジェクトミーティングおよび研究打ち合せ

2) 2016年7月13日～2016年8月4日、Felix Sima (Scientific Researcher, National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics)、理化学研究所、和光、共同研究

3) 2017年2月18日～2017年3月8日、Felix Sima (Scientific Researcher, National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics)、理化学研究所、和光、共同研究

5. 特許出願

0件

6. 受賞等

1) 受賞者：杉岡幸次、賞の名称：The IAPLE Fellow、受賞日：2015年8月4日

2) 受賞者：杉岡幸次、賞の名称：The OSA Fellow、受賞日：2016年6月5日

7. その他

1) CONCERT-JAPAN Final Conference at Izmir, Turkey, December 2014: Oral presentation for explaining FEASIBLE project (2014年)

2) LE FRONTIERE DELLA LUCE: Viaggio alla scoperta della luce estrema (<http://www.dsftm.cnr.it/le-frontiere-della-luce-viaggio-alla-scoperta-della-luce-estrema/>): Oral presentation for advertising femtosecond laser micromachining (and FEASIBLE project) to High school students at Rome, Italy, October 2015. (2015年)