

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：11301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0103

研究課題名（和文）パルスレーザーを用いた固気液界面現象解明ならびに有効利用

研究課題名（英文）Elucidation of solid-liquid-gas interfacial phenomena induced by pulse laser and its practical application

研究代表者

祖山 均（Soyama, Hitoshi）

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：90211995

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、水中に設置した金属表面にパルスレーザーを照射した際に生じる固気液界面現象の解明と、それを有効活用した機械的表面改質法の構築である。本研究では、レーザーアブレーション後に生じるレーザーキャビテーションに着目して研究を推進した。レーザーピーニングでは、レーザーアブレーションによる衝撃力を活用していると考えられ、レーザーキャビテーションには関心が持たれなかったが、研究代表者がレーザーキャビテーションによる衝撃力のほうがレーザーアブレーションよりも大であることを実験的に明らかにし、レーザーキャビテーションを活用した表面改質による金属材料の疲労強度向上を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

CAD/CAMデータから直接的に造形できるなどの利点から、金属製積層造形材が医工学用インプラントなどへの適用が期待されている。しかしながら、その疲労強度がバルク材の半分程度しかないことが実用化への障壁になっている。本研究では、パルスレーザーを用いた固気液界面現象を解明して、パルスレーザーで生じるレーザーキャビテーションの衝撃力により金属製積層造形材の疲労強度を2倍以上向上できることを実証した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to elucidate the solid-gas-liquid interface phenomenon that occurs when a pulsed laser is applied to a metal surface placed in water, and then applied for mechanical surface treatment. In this study, it was focused on the laser cavitation which is produced after laser ablation. In laser peening, it is thought that the impact force due to laser ablation is utilized, and there was no interest in laser cavitation, but the principal investigator found that the impact force due to laser cavitation is greater than that due to laser ablation. The improvement of fatigue strength of metal materials by surface modification using laser cavitation was demonstrated.

研究分野：表面力学設計

キーワード：キャビテーション レーザーキャビテーション レーザーアブレーション 機械的表面改質 疲労強度 金属製積層造形材

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。

1. 研究開始当初の背景

2010年に祖山がシンシナティ大学を訪問して以来、シンシナティ大学でレーザピーニング、東北大でキャビテーションピーニングを実施してその相違について共同研究を実施するなかで、水中パルスレーザを用いた固気液界面現象による機械的表面改質の着想を得た。また、ショットピーニングよりもキャビテーションピーニングのほうが 10^7 回における疲労強度が大きい事実を追究する中で、キャビテーションピーニングのほうが圧縮残留応力が緩和し難い事実を発見し、残留応力を正確に評価するために、UCDAVISのHill教授のスリット法を適用することを検討していた。

いわゆるレーザピーニングは、波長が1064nmでエネルギーが数Jのパルスレーザを用いる欧米式と呼ばれる液膜を用いる方式と、東芝が原子炉の応力腐食割れ抑止のために開発した、水による吸収を避けるために波長が532nmのエネルギーが数百mJのパルスレーザを用いる東芝式あるいは日本式と呼ばれる液中方式がある。いずれもレーザアブレーションによる衝撃波を水の慣性力で封じ込めて材料に局所的塑性変形をもたらすと考えられていた。研究代表者が、液中方式のレーザピーニング装置を新たに開発して実験したところ、レーザアブレーション後に発生するキャビテーション的な挙動を示す気泡(レーザキャビテーション)による衝撃力のほうがレーザアブレーションによる衝撃力よりも大きいことを発見した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、水中にパルスレーザを照射した際に生じる固気液界面現象の解明と、それを有効活用した機械的表面改質法の構築である。学術的独自性は、パルスレーザによる固気液界面現象においては、レーザアブレーション後に生じるレーザキャビテーションと機械的表面改質で導入された圧縮残留応力の緩和に着目する点である。レーザピーニングでは、レーザアブレーションによる衝撃力を活用していると考えられ、レーザキャビテーションには関心が持たれなかったが、研究代表者がレーザキャビテーションによる衝撃力のほうがレーザアブレーションよりも大であることを実験的に発見し、本研究では、このレーザキャビテーションに着目して研究を推進することに特徴を有する。

3. 研究の方法

(1) 固気液界面現象の解明

一般的に液中レーザピーニングでは水による吸収を避けるために波長532nmのNd:YAGレーザを用いているが、基本波長の1,064nmから532nmに波長変換する際に40%がロスとなる。一方、液膜レーザピーニングでは、1,064nmを用いている。よって本研究では、532nmと1,064nmのパルスレーザを水中(液中)に設置した金属面(固体表面)照射して、発生したアブレーションならびにレーザキャビテーション(気泡)を観察するとともに、図1に示すような水中レーザピーニング装置を用いて、水中衝撃波ならびに固体内を伝播する衝撃力を計測した。

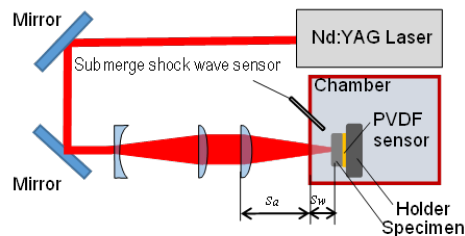


図1 水中レーザピーニング装置

(2) 機械的表面改質材の機械的特性の解明

固気液界面現象によって機械的表面改質を施した金属表面の表面粗さ、残留応力、硬さを計測し、通常のショットピーニングや、キャビテーション噴流を用いたキャビテーションピーニングと比較検討した。また、残留応力の評価法について、機械的方法とX線回折を用いた方法を比較検討した。

(3) 機械的表面改質材の疲労特性の解明

固気液界面現象によって機械的表面改質を施した金属材料を、平面曲げ式疲労試験、ねじり式疲労試験により疲労寿命ならびに疲労強度を評価した。

4. 研究成果

(1) 固気液界面現象の解明

図2および図3には、(a)レーザアブレーションとレーザキャビテーションの様相、(b)PVDFセンサで計測した加工面内を伝播する衝撃力、(c)水中衝撃波センサで計測した水中の圧力波の振幅を、図2は532nmの波長のNd:YAGレーザを用いた場合と図3は1064nmの波長のNd:YAGレーザを用いた場合について示す^①。いずれの場合も、水中に伝播する圧力波の振幅はレーザアブレーションのほうがレーザキャビテーションよりも大きい、固体内を伝播する衝撃力はレーザキャビテーションのほうがレーザアブレーションよりも大きいことが判明した^①。なお、研究代表者が開発したPVDFセンサは、レーザキャビテーションの第2崩壊による衝撃力も検出できるのに対し、水中衝撃波センサは第2崩壊による圧力波を検出できていない。したがって、PVDF

センサによる衝撃力の計測のほうが妥当な結果を示しているといえる。すなわち、パルスレーザを固体に照射した際に生じる固気液界面現象においては、レーザキャビテーションの衝撃力のほうが、レーザアブレーションによる衝撃力よりも大きいといえる。

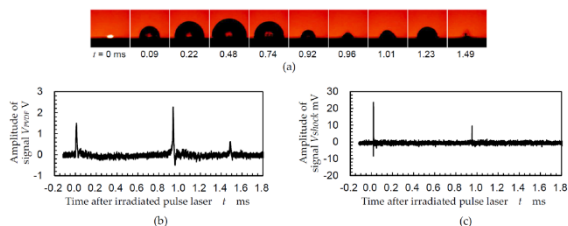


図2 レーザキャビテーションとレーザアブレーション(532nm), (a)様相, (b)PVDF センサからの信号, (c)水中衝撃波センサからの信号

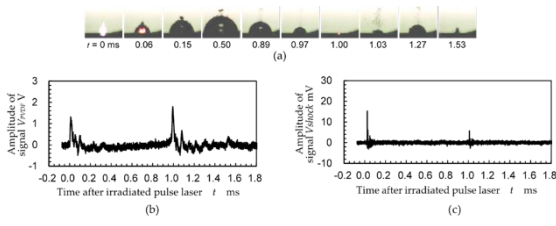


図3 レーザキャビテーションとレーザアブレーション(1064nm), (a)様相, (b)PVDF センサからの信号, (c)水中衝撃波センサからの信号

図4には、レーザ源のエネルギーとレーザキャビテーションの直径の関係を示す^①。ピーニング加工において、レーザキャビテーションの直径で整理される閾値が存在すると仮定すれば、レーザキャビテーションの体積とピーニング強度が比例することが判明しており、レーザエネルギーの大きさにより、1062nmのほうが高効率でピーニングを施工できることがわかる。

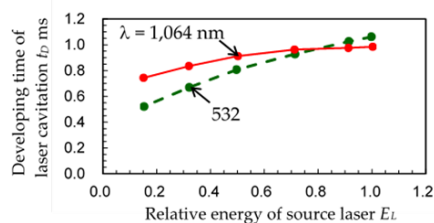


図4 波長の影響

(2) 機械的表面改質材の機械的特性の解明

機械的表面改質材の表面改質層の残留応力の評価手法を構築するために、UCDAVISのHill教授らのスリット法とX線回折法で評価した結果を図5に示す^②。X線回折法では、一般的な $\sin^2\phi$ 法で計測した結果と2D法で計測した。 $\sin^2\phi$ 法では、直径0.57mm程度までは妥当な結果が得られるが、直径5mm以下では信頼限界が大きく、正確な値を得ることができない。一方、2D法では、直径0.146mm程度まで残留応力を評価できるといえる。この2D法により、1パルス/mm²程度であれば、レーザパルスの間隔に応じた残留応力を評価できることを明らかにした。

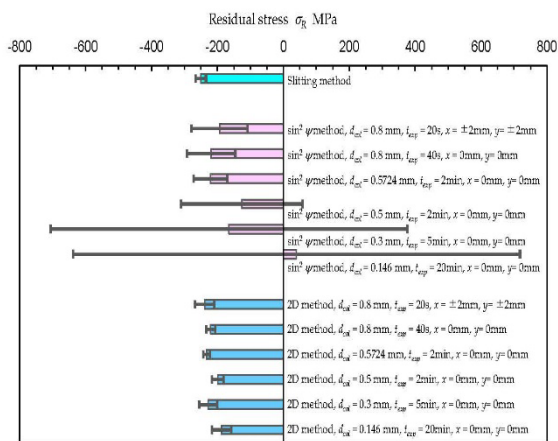


図5 残留応力評価法の比較

また、リュブリャナ大学との国際共同研究により、マグネシウム合金AZ80Aに対するキャビテーションピーニングの影響を明らかにした^③。さらに、オックスフォード大学のKorsunsky教授と共同で、レーザキャビテーションを用いたキャビテーションピーニングならびにキャビテーション噴流を用いたキャビテーションピーニングについて、表面改質層の特性をショットピーニングとの比較を踏まえて明らかにした^④。また、マンチェスター大学との共同研究により、ピーニングにおける転位密度の変化も実験的に明らかにした^⑤。

(3) 機械的表面改質材の疲労特性の解明

図6と図7には、レーザキャビテーションを用いたキャビテーションピーニングならびにキャビテーション噴流を用いたキャビテーションピーニングで処理した試験片を平面曲げ疲労試験に供した結果について、未処理材ならびにショットピーニングと比較して示す。図6はA2024-

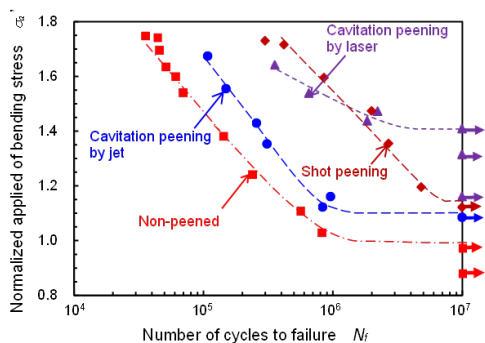


図6 疲労試験結果 (A2024-T3)

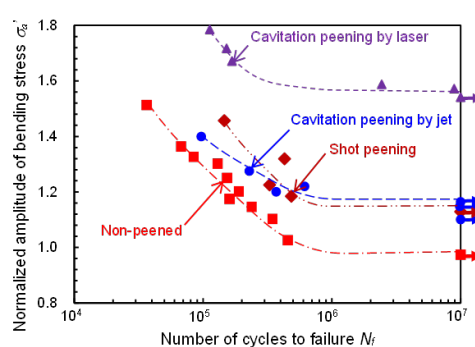


図7 疲労試験結果 (AZ31B)

T3 で、図 7 は AZ31B について示す。いずれも未処理材の疲労強度で無次元化して示す。A2024-T3 も AZ31B も、レーザキャビテーションを用いたキャビテーションピーニングで処理した場合の疲労強度が最も大きくなっている。

また、ワシントン大学と共同で、金属製積層造形材の表面改質効果についても実験的に明らかにした^⑥。

<引用文献>

- ① H. Soyama, Laser cavitation peening and its application for improving the fatigue strength of welded parts, *Metals*, Vol. 11 (2021), article No. 531.
- ② H. Soyama, C. Kuji, T. Kuriyagawa, C.R. Chighizola and M.R. Hill, Optimization of residual stress measurement conditions for a 2D method using X-ray diffraction and its application for stainless steel treated by laser cavitation peening, *Materials*, Vol. 14 (2021), article No. 2772.
- ③ S. Zagar, H. Soyama, J. Grum and R. Sturm, Surface Integrity of Heat Treatable Magnesium Alloy AZ80A after Cavitation Peening, *Journal of Materials Research and Technology*, Vol. 17 (2022), pp.2098-2107.
- ④ H. Soyama and A.M. Korsunsky, A critical comparative review of cavitation peening and other surface peening methods, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 305 (2022), article No. 117586.
- ⑤ M. Kumagai, M.E. Curd, H. Soyama, T. Ungar, G. Ribarik and P.J. Withers, Depth-profiling of residual stress and microstructure for austenitic stainless steel surface treated by cavitation, shot and laser peening, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 813 (2021), article No. 141037.
- ⑥ M. Mojib, H. Soyama, D. Sanders, D. Arola and M. Ramulu, The High Cycle Fatigue Behavior of Surface Treated Electron Beam Melted Titanium Ti6Al4V, ASME 2021 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, (2021), paper No. IMECE2021-71975, DOI:10.1115/IMECE2021-71975.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Soyama Hitoshi, Korsunsky Alexander M.	4. 巻 305
2. 論文標題 A critical comparative review of cavitation peening and other surface peening methods	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Processing Technology	6. 最初と最後の頁 117586 ~ 117586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmatprotec.2022.117586	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 該当する
1. 著者名 Sagar Sebastjan, Soyama Hitoshi, Grum Janez, Sturm Roman	4. 巻 17
2. 論文標題 Surface integrity of heat treatable magnesium alloy AZ80A after cavitation peening	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Research and Technology	6. 最初と最後の頁 2098 ~ 2107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmrt.2022.01.156	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 該当する
1. 著者名 Soyama Hitoshi, Kuji Chieko, Kuriyagawa Tsunemoto, Chighizola Christopher R., Hill Michael R.	4. 巻 14
2. 論文標題 Optimization of Residual Stress Measurement Conditions for a 2D Method Using X-ray Diffraction and Its Application for Stainless Steel Treated by Laser Cavitation Peening	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 2772 ~ 2772
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma14112772	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 該当する
1. 著者名 Mojib Melody, Soyama Hitoshi, Sanders Daniel, Arola Dwayne, Ramulu M.	4. 巻 IMECE2021-71975
2. 論文標題 The High Cycle Fatigue Behavior of Surface Treated Electron Beam Melted Titanium Ti6Al4V	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ASME 2021 International Mechanical Engineering Congress and Exposition	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1115/imece2021-71975	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 該当する

1. 著者名 Soyama Hitoshi、Takeo Fumio	4. 巻 13
2. 論文標題 Effect of Various Peening Methods on the Fatigue Properties of Titanium Alloy Ti6Al4V Manufactured by Direct Metal Laser Sintering and Electron Beam Melting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials	6. 最初と最後の頁 2216 ~ 2216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma13102216	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 Sasaki Hirotooshi、Takeo Fuimo、Soyama Hitoshi	4. 巻 462-463
2. 論文標題 Cavitation erosion resistance of the titanium alloy Ti-6Al-4V manufactured through additive manufacturing with various peening methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Wear	6. 最初と最後の頁 203518 ~ 203518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wear.2020.203518	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 Soyama Hitoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Cavitating Jet: A Review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 7280 ~ 7280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10207280	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 Soyama Hitoshi、Chighizola Christopher R.、Hill Michael R.	4. 巻 288
2. 論文標題 Effect of compressive residual stress introduced by cavitation peening and shot peening on the improvement of fatigue strength of stainless steel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Processing Technology	6. 最初と最後の頁 116877 ~ 116877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmatprotec.2020.116877	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 該当する

1. 著者名 Soyama Hitoshi, Simoncini Michela, Cabibbo Marcello	4. 巻 11
2. 論文標題 Effect of Cavitation Peening on Fatigue Properties in Friction Stir Welded Aluminum Alloy AA5754	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 59 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/met11010059	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 該当する

1. 著者名 Kumagai Masayoshi, Curd Matthew E., Soyama Hitoshi, Ungar Tamas, Ribarik Gabor, Withers Philip J.	4. 巻 813
2. 論文標題 Depth-profiling of residual stress and microstructure for austenitic stainless steel surface treated by cavitation, shot and laser peening	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering: A	6. 最初と最後の頁 141037 ~ 141037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.msea.2021.141037	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 該当する

1. 著者名 Sanders Daniel, Soyama Hitoshi, De Silva Channa	4. 巻 2021-01-0024
2. 論文標題 Use of Cavitation Abrasive Surface Finishing to Improve the Fatigue Properties of Additive Manufactured Titanium Alloy Ti6Al4V	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SAE technical paper	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4271/2021-01-0024	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 該当する

1. 著者名 Soyama Hitoshi	4. 巻 71
2. 論文標題 Luminescence intensity of vortex cavitation in a Venturi tube changing with cavitation number	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ultrasonics Sonochemistry	6. 最初と最後の頁 105389 ~ 105389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ulsonch.2020.105389	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 Soyama Hitoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Laser Cavitation Peening and Its Application for Improving the Fatigue Strength of Welded Parts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 531 ~ 531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/met11040531	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 Soyama Hitoshi, Sanders G. Daniel	4. 巻 21
2. 論文標題 Cavitation Abrasive Surface Finishing (CASF) for the Improvement of Fatigue Strength of Titanium Alloy Ti6Al4V Manufactured by Electron Beam Melting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Metal Finishing News	6. 最初と最後の頁 56 ~ 58
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 無
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 該当する

1. 著者名 祖山均	4. 巻 49
2. 論文標題 キャビテーション噴流式材料試験 (ASTM G134) の改訂について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ターボ機械	6. 最初と最後の頁 65 ~ 72
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 Hitoshi Soyama	4. 巻 10 (1)
2. 論文標題 Comparison between Shot Peening, Cavitation Peening, and Laser Peening by Observation of Crack Initiation and Crack Growth in Stainless Steel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/met10010063	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 Hitoshi Soyama	4. 巻 10 (2)
2. 論文標題 Cavitation Peening: A Review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Metals	6. 最初と最後の頁 1-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/met10020270	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 Hitoshi Soyama	4. 巻 611
2. 論文標題 Improvement of Fatigue Strength of Additive Manufactured Metals by Solid-Liquid-Gas Interfacial Phenomena Induced by Pulse Laser	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/611/1/012002	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 Hitosi Soyama	4. 巻 1
2. 論文標題 Fundamentals and Applications of Cavitation Peening Comparing with Shot Peening and Laser Peening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Mechanical Engineering, Advanced Surface Enhancement	6. 最初と最後の頁 76-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-0054-1_9	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 Yuya Okura, Hirotohi Sasaki and Hitoshi Soyama	4. 巻 1
2. 論文標題 Effect of Mechanical Properties on Fatigue Life Enhancement of Additive Manufactured Titanium Alloy Treated by Various Peening Methods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Mechanical Engineering, Advanced Surface Enhancement	6. 最初と最後の頁 88-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-0054-1_10	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 Sasaki Hirotooshi、Iga Yuka、Soyama Hitoshi	4. 巻 1
2. 論文標題 Effect of Bubble Radius on Ability of Submerged Laser Peening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Mechanical Engineering, Advanced Surface Enhancement	6. 最初と最後の頁 283-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-0054-1_29	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 Hitoshi Soyama	4. 巻 20 (5)
2. 論文標題 Comparison of Shot peening, Cavitation Peening and Submerged Laser Peening on Improvement of Fatigue Strength of Additive Manufactured Metal	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Metal Finishig News	6. 最初と最後の頁 58-60
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 無
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 -

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Soyama Hitoshi
2. 発表標題 Cavitation peening for enhancement of fatigue properties of additive manufactured metals
3. 学会等名 ASTM International Conference on Additive Manufacturing (ASTM ICAM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Soyama Hitoshi
2. 発表標題 Improvement of Fatigue Properties of Additively Manufactured Titanium Alloy by Cavitation Peening Using a Pulsed Laser and a Cavitating Jet
3. 学会等名 Global Webinar on 3D Printing and Additive Modelling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Soyama Hitoshi
2. 発表標題 Enhancement of Luminescence Intensity of Hydrodynamic Cavitation Enhancement of Luminescence Intensity of Hydrodynamic Cavitation
3. 学会等名 ESS-JSS-AOSS 1st JOINT SONOCHEMISTRY CONFERENCE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Soyama Hitoshi, Yahata Yoshio, Saito Masahiro
2. 発表標題 Aspect of Bubbles in Narrow Tube Imitating Root Canal Induced by Er:YAG Laser
3. 学会等名 11th International Symposium on Cavitation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Soyama Hitoshi
2. 発表標題 Estimation of Luminescence Intensity of Hydrodynamic Cavitation Considering Sound Velocity in the Cavitating Flow Field
3. 学会等名 11th International Symposium on Cavitation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sasaki Hirotoishi, Iga Yuka, Soyama Hitoshi
2. 発表標題 Mechanical Surface Treatment of Additive Manufactured Ti6Al4V by Cavitation Peening
3. 学会等名 2020 Spring International Conference on Material Sciences and Technology (MST-S) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sanders G. Daniel, Soyama Hitoshi, De Silva Channa
2. 発表標題 Use of Cavitation Abrasive Surface Finishing to Improve the Fatigue Properties of Additive Manufactured Titanium Alloy Ti6Al4V
3. 学会等名 SAE International, AEROTECH2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 ステンレス鋼の疲労寿命向上における 水中レーザーピーニングと水膜レーザーピーニングの比較
3. 学会等名 日本材料学会第69期学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 扇型水噴流におけるノズル形状の影響
3. 学会等名 日本混相流学会 混相流シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 祖山均, 八幡祥生, 齋藤正寛
2. 発表標題 水中パルスレーザにより歯根管を模した細管内に生じる気泡の観察
3. 学会等名 日本混相流学会 混相流シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hitoshi Soyama
2. 発表標題 Mechanical Surface Treatment of Additive Manufactured Metallic Material by Solid-Liquid-Gas Interfacial Phenomena Induced by Pulse Laser
3. 学会等名 International Conference on Materials Research and Nanotechnology 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Soyama
2. 発表標題 Observation of Cavitation around a Submerged Fan Jet
3. 学会等名 The 12th Pacific Rim International Conference on Water Jet Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Soyama
2. 発表標題 Improvement of Fatigue Strength of Additive Manufactured Metals by Solid-Liquid-Gas Interfacial Phenomena Induced by Pulse Laser
3. 学会等名 2019 International Conference on Advanced Material Research and Processing Technology (AMRPT2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hitoshi Soyama
2. 発表標題 Improvement of Fatigue Strength of Light Metals by Mechanical Surface Treatment
3. 学会等名 International Conference on Light Alloys and Metal Materials (LAMM 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuka Iga
2. 発表標題 Fluid/Material Coupled Numerical Simulation of Bubble Collapse Near a Wall
3. 学会等名 The 3rd International Symposium of Cavitation and Multiphase Flow (ISCM2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuka Iga and Hirotoishi Sasaki
2. 発表標題 Numerical Study of Mechanism of Deep Erosion Pit in High-speed Liquid Droplet Impingement
3. 学会等名 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 水中バルスレーザで発生させた気泡によるステンレス鋼への圧縮残留応力導入
3. 学会等名 ショットピーニング技術協会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 水中ファンジェットまわりのキャピテーションの観察
3. 学会等名 日本混相流学会 混相流シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 パルスレーザで発生させた気泡の崩壊衝撃力による機械的 surface 改質の可能性
3. 学会等名 日本混相流学会 混相流シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 直接レーザ焼結法で作製したチタン合金Ti6Al4Vの表面改質による疲労強度向上
3. 学会等名 日本機械学会M&M2019材料力学カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 流動キャビテーションにおける化学・物理現象とその応用
3. 学会等名 第28回ソノケミストリー討論会プログラム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均, 田中麻友, 滝口尚, 山本松男
2. 発表標題 テッパウエビに倣うキャビテーションの発生機構の開発
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 55 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林真魚, 祖山均
2. 発表標題 流動キャビテーションによるセルロースの解繊における絞り部口径の影響
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 55 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保科哲, 祖山均
2. 発表標題 アルコール水溶液を用いたキャビテーションの発光強度における濃度の影響
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 55 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木裕章, 祖山均
2. 発表標題 3次元積層造形したチタン合金Ti-6Al-4Vのキャビテーション損傷性
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 55 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 チタン製合金Ti6Al4V製積層造形材の疲労特性における電子ビーム造形法と直接レーザ焼結法の比較
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 55 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均
2. 発表標題 水中レーザーピーニングでステンレス鋼に導入した残留応力の分布
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 54 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大蔵侑也, 祖山均
2. 発表標題 電子ビーム積層造形したチタン合金の疲労寿命における機械的特性の影響
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 54 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 祖山均, 笹井達希
2. 発表標題 種々の機械的表面改質によりステンレス鋼に導入したマクロ歪とマイクロ歪の関係
3. 学会等名 日本機械学会東北支部第 54 期総会・講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B）） http://www.mm.mech.tohoku.ac.jp/menu12/index6.html Vortex cavitation https://youtu.be/qhA3dtpT_98 Cavitation Peening https://youtu.be/BurGRmOGQY Cavitating jet https://youtu.be/hezjXoGuP4c 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B）） http://www.mm.mech.tohoku.ac.jp/menu12/index6.html 泡で金属を叩いて強くする https://youtu.be/XKE6X-g8E10 Cavitation Peening https://youtu.be/BurGRmOGQY 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B）） http://www.mm.mech.tohoku.ac.jp/menu12/index6.html 泡で金属を叩いて強くする https://youtu.be/BurGRmOGQY 金属製積層造形材の疲労強度を1.6倍に向上 https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2019/02/award20190212-01.html 泡による衝撃力を用いた圧縮残留応力の導入と砥粒による平滑化を併用 https://www.eng.tohoku.ac.jp/news/detail/-,-id,1288.html</p>

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	伊賀 由佳 (Iga Yuka) (50375119)	東北大学・流体科学研究所・教授 (11301)	
研究分担者	佐々木 裕章 (Sasaki Hirotoshi) (90812040)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	鴫田 駿 (Tokita shun) (60807668)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	

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			
英国	University of Oxford	University of Manchester	Coventry University	
米国	University of Washington	UCDAVIS	University of Cincinnati	
ドイツ	Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	European XFEL	ZAL	
ウクライナ	National Tech. Univ. of Ukraine			
スロベニア	University of Ljubljana			
イタリア	UNIVPM			
米国	University of Nevada, Reno			