

平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究終了報告書

◆記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究終了報告書記入要領」を参照してください。

ローマ字		SASOH AKIHIRO					
①研究代表者名氏		佐宗 章弘		②所属研究機関・部局・職 東北大学・流体科学研究所・教授			
③研究課題名	和文	レーザー駆動管内加速装置：基礎物理の解明と実用展開					
	英文	Laser-driven in-tube accelerator: Fundamental physics and its practical applications					
④研究経費 金額単位：千円		平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	総合計
		31,700	32,600	11,000	15,000	5,300	95,600
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）				
佐宗 章弘	東北大学・流体科学研究所・教授	宇宙推進工学	作動実験、研究全体のとりまとめ				
谷内 哲夫	東北大学・多元物質科学研究所・助教授	非線形光学	レーザー光出力特性の推進性能への影響				
小林 秀昭	東北大学・流体科学研究所・教授	反応性流体力学	状態量の多次元計測				
澤田 恵介	東北大学・大学院工学研究科・教授	数値流体力学	数値シミュレーション				
山口 滋	東海大学・理学部・教授	レーザー物理学	レーザー集光特性の向上				
堀澤 秀之	東海大学・工学部・助教授	レーザー工学	ビームレデューサーの設計・性能評価				
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>本研究は、繰返しパルスレーザーを用い加速管内で飛行体を加速する航空宇宙推進装置（レーザー駆動管内加速装置、Laser-driven In-Tube Accelerator, 以下 LITA と略す、研究代表者が独自に考案）に関わる基礎物理を解明し、各要素技術を開発、実用に供し得る性能を達成することを目的とする。具体的な研究項目は以下の通り。</p> <p>(1) 基礎物理の解明：レーザー駆動衝撃波の流体力学的挙動／予熱用レーザーの自由電子放出効果とエネルギー吸収過程／超音速流中でのレーザー絶縁破壊の物理</p> <p>(2) 要素技術研究：飛行体（以下、プロジェクタイトと呼ぶ）形状の最適化／レンズを使わないビームレデューサーの開発／アブレーション等による低速推進性能の向上</p> <p>(3) 推進性能実験：10m長加速管での打上げデモンストレーション実験／超音速単インパルス性能測定実験</p>							

⑦研究成果の概要 (研究目的に対する研究成果を必要に応じて図表等を用いながら、簡潔に記入してください。)

図1に示すレーザー駆動管内加速装置(後方照射の場合)に関連する基礎物理現象の解明、および実用展開を視野に入れた推進性能に関する実験、数値計算を行い、以下の研究成果を得た。

(1)基礎物理の解明

- ・レーザー駆動衝撃波の流体力学的挙動：(⑧特記事項に記述)
- ・異なるレーザーパワー特性(時間履歴/空間分布)を持つレーザーを用いた推進性能: パワー特性の異なる3台の炭酸ガスレーザー(パルス幅; 0.2~3 μ s)と1台のNd:YAGレーザー(パルス幅; 7ns)を用いて推進性能実験を行ない、その影響を定量的に明らかにした。
- ・レーザー絶縁破壊の物理: レーザーパルスが持続する極く短時間でのレーザーと流体との干渉を実験(高速度可視化、速度時間履歴測定)、逆制動放射によるレーザーパワーの吸収およびプラズマの輻射熱伝達を考慮した数値計算により詳細に調べた。
- ・アブレーション推力の時間解像計測: ポリアセタール、アルミのレーザーアブレーションによるインパルス発生プロセスを、高時間解像で明らかにした(⑧特記事項)。

(2)要素技術研究

- ・プロジェクトイル形状の最適化: シュラウド内径を反射ミラー外径に一致させたカップ型プロジェクトイルが、シュラウド外形を加速管内径程度にしたものよりも高性能であることを明らかにした。さらに、前者の場合、レーザープラズマの実効膨張体積に起因する最適なシュラウド長さがあることが明らかになった。
- ・レンズを使わないビームレデューサーの開発: 不安定共振器を用いた炭酸ガスレーザー光を2枚の円錐ミラーで反射し、中実なビーム分布をつくることができた。
- ・アブレーションによる推進性能の向上(後述)

(3)推進性能実験

- ・4m長加速管での打上げデモンストレーション実験: 実験室で可能な最高高さとなる4mの垂直打ち上げに成功した。12グラムのプロジェクトイルを最低70Wで打ち上げることができた。
- ・レーザーパルスによるアブレーション推進性能: ポリアセタールを用いて良好なインパルス特性が得られた。特に、100Pa以下の低圧下で大気圧下を上回るインパルス特性が得られることを見出した(⑧特記事項)。

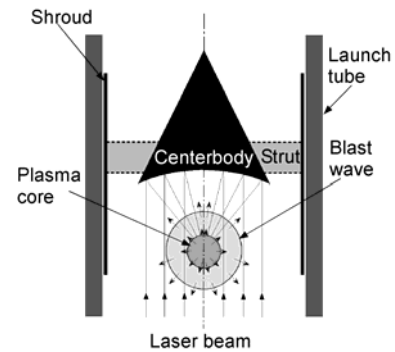


図7-1 作動原理

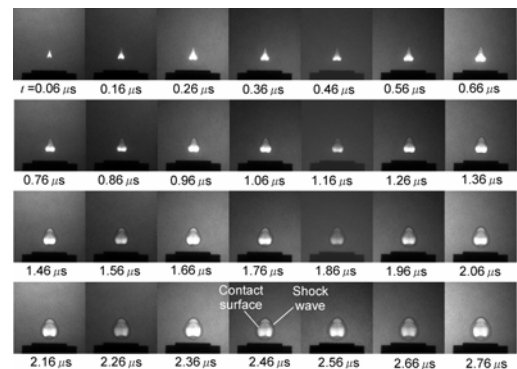


図7-2 レーザーパワー持続時間におけるプラズマ、衝撃波の挙動

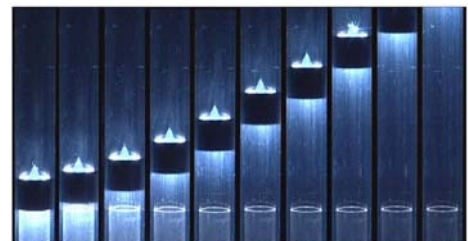


図7-3 垂直打ち上げの様子

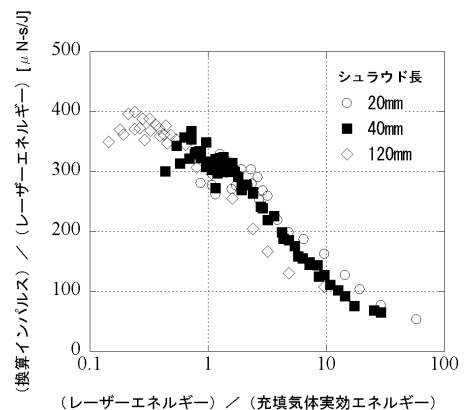


図7-4 スケール化した推進性能特性

⑧特記事項 (この研究において得られた独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、当該研究分野及び関連研究分野への影響等、特記すべき事項があれば記入してください。)

(1)真空中で任意の大きさのインパルスを効率よく発生できる原理の発見 (ポリアセタールのレーザーインパルス雰囲気気圧力特異性)

気体のみで作動したときの推進性能を固体のアブレーションを利用することによって向上することを意図して、プラスチック材料、金属材料のアブレーションによるインパルス測定実験 (図8-1) を行った。その結果、ポリアセタールを用いた場合、大気圧下での空気の閉じ込め効果を伴うのよりも大きなインパルスが10Pa程度の低圧下で得られることがわかった (図8-2)。このような圧力依存性は、スペースデブリの軌道変換、人口衛星の姿勢制御など宇宙空間でのより広義のレーザー推進として、遠隔運動制御を可能とするものである。また、レーザー照射回数を重ねることによって、任意の大きさのインパルスを発生させることも原理的には可能である。このように、この成果は今後の宇宙推進工学のブレークスルーをもたらす可能性がある。

(2)推力のns時間解像測定

レーザー推進では、これまで推力の時間積分量 (すなわちインパルス) を測定し、性能評価してきた。それに対して、本研究では、速度干渉計 (いわゆるVISAR) を用いて推力のナノ秒時間解像計測に成功した。VISARは従来、固体衝撃による状態方程式の測定等に用いられてきたが、このように比較的長時間持続するインパルスの定量測定に応用された例は極くまれである。これにより、インパルスの雰囲気気圧力依存性のメカニズムを実験的に明らかにすることができた (図8-3)。

(3)力の収束を妨げる非定常流体不安定性 (Richtmyer-Meshkov不安定性) の定量実験手法の確立

密度勾配と圧力勾配の非定常作用で起こる流体不安定性 (いわゆるRichtmyer-Meshkov不安定性) は、レーザー推進に限らず、レーザー核融合実現を妨げる大きな要因ともなっている。本研究では、球状衝撃波が放物面鏡で平面に近い形で反射し、当該現象の基礎実験として有用な手法を提供するという、副産物的ではあるが重要な成果を得ることができた (図8-4)。この実験は、隔膜などによる擾乱、汚染を伴わず、なおかつ単一の化学種で明確な界面を形成することができるため、プラズマ流体物理学としても重要な実験手法を得たことになる。実際、プラズマの発光軌跡を追跡することで、回転速度の測定に成功するなど、重要な結果を得ている。

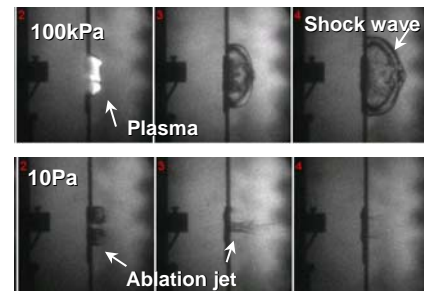


図8-1 雰囲気気圧力によるアブレーション形態の違い

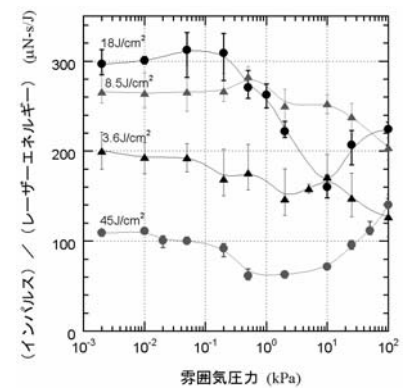


図8-2 運動量結合係数の雰囲気気圧力依存性

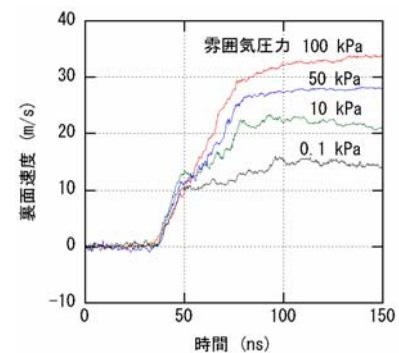


図8-3 異なる雰囲気気圧力下でのナノ秒時間解像速度履歴

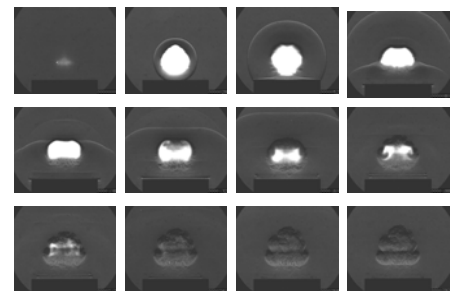


図8-4 レーザープラズマと反射衝撃波の作用によるRichtmyer-Meshkov不安定性の可視化

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

1. Sasoh,A., Laser-driven in-tube accelerator, Review of scientific instruments, Vol.72, No.3, 2001
2. Sasoh,A., Ogwa,T., Takayama,K., Ohtsubo,S., Nagayasu,N., and Ikuta,K., Gun Interior Ballistic Performance with Ammonium Nitrate-Alcohol Propellants, J Propulsion & Power, Vol.17,No.1, 2001
3. Tamura, S., Horisawa, H., Yamaguchi, S., and Yasunaga, N., Laser Ablation of Sapphire with a Pulsed Ultra-Violet Laser Beam, Kluwer Academic Publishers, Initiatives of Precision Engineering at the Beginning of a Millenium, 2001
4. Horisawa, H., Gas Flow Characteristics in a Laser Cut Kerf, Kluwer Academic Publishers, Initiatives of Precision Engineering at the Beginning of a Millenium, 2001
5. Horisawa, H. and Kimura, I., Fundamental Study on Laser Plasma Accelerator for Space Propulsion, Advances in Applied Plasma Science, Vol.3, 2001
6. 堀澤秀之, 芦澤弘明, 安永暢男, アルミナ基板のレーザ援用ケミカルエッチング, レーザ協会誌, 26巻, 2001
7. H. Ito, T. Hatanaka, S.Haidar, K. Nakamura, K. Kawase, and T. Taniuchi, Periodically poled LiNbO3 OPO for generating mid-IR to terahertz waves, Ferroelectrics, Vol.253, 2001
8. T. Saito, T. Eguchi, K. Takayama, H. Taniguchi, Hazard predictions for volcanic explosions, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.106, 2001
9. Horisawa, H. and Kimura, I., Laser Plasma Accelerator for Space Propulsion, AIAA Paper 2001-3662, 2001
10. Horisawa, H. and Kimura, I., Very Low-Power DC Plasma Jet Microthrusters, AIAA Paper 2001-3791, 2001
11. Horisawa, H. and Kimura, I., Relativistic Plasma Acceleration by Intense Laser Pulses for Space Propulsion, IEPC 01-206, 2001
12. Horisawa, H. and Kimura, I., Study of Very Low-Power DC Plasma-Jet Microthrusters, IEPC 01-231, 2001
13. H. Mizuno, K. Sawada and A. Sasoh, Numerical Simulation of Transient Flowfield in Expansion-Tube, AIAA Paper 2001-2904, 35th Thermophysics Conference, Anaheim, 2001
14. T. Suzuki, M. Furudate and K. Sawada, Unified Calculation of Hypersonic Flowfield for a Reentry Vehicle, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol.16, No.1, 2002
15. J. Shikata, K. Kawase, T. Taniuchi and H. Ito, Fourier-transform spectrometer with a terahertz-wave parametric generation, Jpn. J. Appl.Phys., Vol.41,No.1, 2002
16. T. Saito, Numerical analysis of dusty-gas flows, Journal of Computational Physics, Vol.176, 2002
17. T. Fujimori, M. Murayama, J. Sato, H. Kobayashi and T. Niioka, Improvement of Flameholding Characteristics by Incident Shock Waves in Supersonic Flow, Combustion of Energetic Materials (Eds. K. K. Kuo and L. T. DeLuca), Begell House Inc., 2002
18. 芦澤 弘明、大原 忍、山口 滋, 環境計測用中赤外差周波技術, 応用物理, Vol.71, No.2, 2002
19. H. Horisawa, and I. Kimura, Fundamental Study on Laser Plasma Accelerator for Propulsion Applications, Vacuum, Vol.65, No.2, 2002
20. S. Kim, N. Urabe, H. Torikai, A. Sasoh and I.-S. Jeung, In-Tube Laser Propulsion Configurations, Proceedings of the First International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Huntsville, USA, pp.454-460, 2002.
21. S. Matsuyama, T. Sakai, A. Sasoh, and K. Sawada, Parallel Computation of Fully-Coupled Hypersonic Radiating Flowfield Using Multi-Band Model, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol.17, No. 1, 2003
22. H. Ashizawa, S. Yamaguchi, M. Endo, S. Ohara, M. Takahashi, K.Nanri And T. Fujioka, Development of a nitrogen dioxide gas sensor based on mid-infrared absorption spectroscopy, レーザ研究, Vol.31, No.2, 2003
23. A. Sasoh, Maxim Kister, N. Urabe and K. Takayama, Laser-Powered Launch in Tube, Transactions of the Japan Society for Aeronautics and Space Sciences, Vol.46, No.151, 2003
24. Shingo Matsuyama, Takeharu Sakai, Akihiro Sasoh and Keisuke Sawada, Parallel Computation of Fully-Coupled Hypersonic Radiating Flowfield Using Multi-Band Model, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol.17, 2003
25. Yuichiro Hamate, Akihiro Sasoh and Kazuyoshi Takayama, High Ram-Acceleration Using Open-Base Projectile, Journal of Propulsion and Power, Vol.19, 2003

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

26. A. Sasoh, N.Urabe, S.Kim and I.-S.Jeung, Impulse-Scaling in Laser-Driven in-Tube Accelerator, Applied Physics A, Vol.77, 2003
27. Qiansuo Yang and Akihiro Sasoh, Frequency Characteristics and Dynamical Behaviors of Self-Modulation in Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers, Optics Communications, Vol.219, 2003
28. S.Matsuyama, N.Ohnishi, A.Sasoh and K.Sawada, Distributed-memory Parallelization of Radiative Transfer Calculation in Hypersonic Flow, Parallel Computational Fluid Dynamics-New Frontiers and Multi-Disciplinary Applications, 2003
29. H. Horisawa, et al., Fundamental Study of a Relativistic Laser -Assisted Plasma Thruster, Beamed Energy, AIP conference proceedings, Vol.664, 2003
30. 堀沢秀之, 小型レーザープラズマ推進機, 日本航空宇宙学会誌, Vol.54, No.4, 2003
31. Tsuchiya, J. Negishi, Y. Ohkawa, H. Horisawa and I. Kimura, Laser-Induced Ignition Characteristics in Supersonic Airstreams, Advances in Applied Plasma Science, Vol.4, 2003
32. Emura, H. Horisawa and N. Yasunaga, Microfabrication of Sapphire with Fifth Harmonic Generation YAG Laser Pulses, Advances in Applied Plasma Science, Vol.4, 2003
33. M.Shinozaki, M.Sakai, S.Yamaguchi, T.Fujioka and M.Fujii, S1-S0 electronic spectrum of jet-cooled m-aminophenol, Phys. Chem. Chem. Phys., Vol.5, 2003
34. S.Ohara, S.Yamaguchi, M.Takahashi, M.Endo, K.Nanri and T.Fujioka, Performance Characteristics of Power Build-Up Cavity for Raman, Spectroscopic Measurement, Opt.Rev.10-5, 2003
35. Yasuhiro Ogami and Hideaki Kobayashi, A Study of Laminar Burning Velocity for H2/O2/He Premixed Flame at High Pressure and High Temperature, The 6th ASME-JSME Thermal Engineering Joint Conference, TED-AJ03, 2003
36. Yasuhiro Ogami, Hideaki Kobayashi, Masaki Mitsuya, Hiroki Saito, and Takashi Niioka, Experimental and Numerical Study of Laminar Burning Velocity for CH4/Air Premixed Flame at Elevated Pressure and Temperature, The 4th Asia-Pacific Conference on Combustion, 2003
37. H. Horisawa, et al., Discharge Characteristics of a Laser-Assisted Plasma Thruster, Proceedings of the 28th International Electric Propulsion Conference, 2003
38. H. Horisawa, et al., Fundamental Study of a Relativistic Laser-Accelerated Plasma Thruster, Beamed Energy Propulsion, AIP conference proceedings, Vol.664, 2003
39. H. Horisawa, et al., Plasma Behaviors in a Laser-Assisted Plasma Thruster, AIAA, 2003-5049, 2003
40. S. Kim, N. Urabe, H. Torikai, A. Sasoh and I.-S. Jeung, Impulse Dependence on Propellant Condition in Laser-Driven In-Tube Accelerator, AIAA, 2003-3858, 2003
41. A. Sasoh, X. Yu, T. Ohtani, S. Kim and I.-S. Jeung, In-Tube Laser Propulsion; Performance and Application Prospects, Proceedings of the second International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Sendai, Japan, pp.61-67, 2003
42. S. Kim, T. Ohtani, A. Sasoh, I.-S. Jeung and J.-Y. Choi, Dependence of Initial Plasma Size on Laser-driven In-Tube Accelerator (LITA) Performance, Proceedings of the second International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Sendai, Japan, pp.103-112, 2003
43. K. Watanabe, T. Takahashi and A. Sasoh, Useful In-space Impulse Generation Powered by Laser Energy, Proceedings of the second International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Sendai, Japan, pp.115-121, 2003.
44. A. Sasoh, S. Kim, N. Urabe, H. Torikai and I.-S. Jeung, Projectile launch characteristics in laser-driven in-tube accelerator, 19th ICDERS, Hakone, Japan, 2003-129, 2003
45. T.Taniuchi and H.Nakanishi, Continuously tunable terahertz-wave generation in GaP crystal by collinear difference frequency mixing, Electron. Lett., Vol.40, No.5, 2004
46. A. Sasoh, K. Watanabe, X. Yu, T. Ohtani, T. Takahashi, T. Kawahara and T. Ogawa, Propulsive Impulse Generation Using CO₂ TEA Lasers, Proceedings of the First International Symposium on Explosion, Shock Wave and Hypervelocity Phenomena, Kumamoto, Japan, pp.139-142, 2004
47. T.Taniuchi, S.Okada and H.Nakanishi, Widely tunable THz-wave generation in 2-20THz range from DAST crystal by nonlinear difference frequency mixing, Electron. Lett., Vol.40, No.1, 2004
48. 渡辺圭子, 佐野雄二, 向井成彦, 鳥飼宏之, 佐宗章弘, レーザーピーニングで誘起される水中圧力波に対する金属板厚の影響, Science and Technology of Energetic Materials, Vol. 65, No. 5 (339号), 2004
49. N. Yamamoto, K. Watanabe, A. Sasoh, K. Komurasaki, Y. Arakawa, Control of Discharge Current Oscillations in Hall Thrusters, 24th International Symposium on Space Technology and Science, Miyazaki, 2004年5月, Paper No. ISTS 2004-b-32.

- ⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会、特許等の発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)
50. H. Koizumi, Y. Furuta, K. Watanabe, K. Komurasaki, A. Sasoh, Y. Arakawa, Plasma Acceleration Processes on Liquid Propellant PPT, 24th International Symposium on Space Technology and Science, Miyazaki, 2004年5月, Paper No. ISTS 2004-b-09
 51. K. Watanabe, H. Torikai, Q.-S. Yang, A. Sasoh, Y. Sano, N. Mukai, Shock Wave Phenomena in Underwater Laser Peening, The 24th International Symposium on Shock Wave, Beijing, 2004年7月, pp.1039-1042
 52. T. Takahashi, H. Torikai, Q.-S. Yang, K. Watanabe, A. Sasoh, Active Diaphragm Rupture with Laser Beam Irradiation, The 24th International Symposium on Shock Wave, Beijing, 2004年7月, pp. 295-299
 53. A. Sasoh, T. Ohtani and X. Yu, Detailed Impulse Generation Mechanisms in the Laser-Driven In-Tube Accelerator, Proceedings of the 3rd International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Troy, U.S.A. AIP Conference Proceedings, Vol.766, pp.178-182, 2004
 54. K. Mori, A. Sasoh and L. N. Myrabo, Experimental Investigation of Airbreathing Laser Propulsion Engines: CO₂TEA vs. EDL, Proceedings of the 3rd International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Troy, U.S.A., AIP Conference Proceedings, Vol.766, pp.155-165, 2004
 55. A. Sasoh, Large impulse launch using 300-J CO₂ TEA Laser, Proceedings of the 3rd International Symposium on Beamed Energy Propulsion, Troy, U.S.A., AIP Conference Proceedings, Vol.766, pp.385-393, 2004
 56. T. Nagata, N. Ohnishi, A. Sasoh and K. Sawada, Calculation of Unsteady Flowfield in Expansion Tube Using Contact Surface Resolving Technique, 43rd AIAA 2005-179, Reno, Nevada, 2005
 57. A. Sasoh, T. Ohtani and X. Yu, Impulse generation scaling laws in Laser-Driven In-Tube Accelerator, 23rd AIAA Plasmadynamics and Lasers Conference, Toronto, Canada, June 2005
 58. A. Sasoh and K. Mori, Supersonic Drag Reduction Using Repetitively-Pulsed CO₂ TEA Laser, 23rd AIAA Plasmadynamics and Lasers Conference, Toronto, Canada, June 2005
 59. K. Mori, K. Watanabe, E. Zaretsky, A. Sasoh, Time-resolved measurement of the impulse generation processes in POM laser-ablation, 23rd AIAA Plasmadynamics and Lasers Conference, Toronto, Canada, June 2005 (AIAA paper 2005-5175)
 60. A. Sasoh, Secondary diaphragm rupture processes in expansion tube, ISSW25, Bangalore, India, 17-22, July 2005
 61. K. Mori, A. Sasoh, Experimental study of the interaction between the laser-generated plasma and a shock wave, ISSW25, Bangalore, India, 17-22 July 2005
 62. A. Sasoh, K. Mori, T. Ohtani, N. Ohnishi, Y. Ogino and K. Sawada, Physical Processes of the Interaction Between Laser-Generated Plasma and Blast Wave Appearing in Laser-Driven In-Tube Accelerator, ISBEP4, 15-18 Nov. 2005, Nara, in press
 63. K. Mori, K. Anju, A. Sasoh, Time-resolved force measurement over laser-ablated materials, ISBEP4, 15-18 Nov. 2005, Nara, in press
 64. K. Mori, A. Sasoh, and L. N. Myrabo, Pulsed Laser Propulsion Performance of 11-cm Parabolic 'Bell' Engines: CO₂ TEA vs. EDL, ISBEP4, 15-18 Nov. 2005, Nara, in press
 65. T. Ohtani, K. Mori, A. Sasoh, Impulse Characteristics of Laser-driven In-Tube Accelerator (LITA), ISBEP4, 15-18 Nov. 2005, Nara, in press
 66. A. Sasoh, K. Watanabe, Y. Sano, N. Mukai, Behavior of bubbles induced by the interaction of a laser pulse with a metalplate in water, Applied Physics A, Vol. 80, No. 7, pp.1497 - 1500, (1.22-2003), 2005.
 67. S. Matsuyama, N. Ohnishi, A. Sasoh, K. Sawada, Numerical Simulation of Galileo Probe Entry Flowfield with Radiation and Ablation, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol. 19, No. 1, 2005
 68. K. Watanabe and A. Sasoh, Impulse Generation Using a 300-J-Class Laser with Confinement Geometries in Air, Transaction of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 48, No. 159, 2005
 69. X. Yu, T. Ohtani, S. Kim, T. Ogawa, I-S. Jeung and A. Sasoh, Blast wave characteristics under laser-driven in-tube accelerator operation conditions, Science and Technology of Energetic Materials, Vol.66 (2), 2005
 70. A. Sasoh, N. Urabe, S. Kim and I.-S. Jeung, Impulse dependence on propellant condition in laser-driven in-tube accelerator, Transaction of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 48, No. 160, 2005
 71. A. SASOH, T. TAKAHASHI, K. WATANABE, H. TORIKAI, AND Q-S. YANG, Shock Tube Operation with Laser Beam Induced Diaphragm Rupture, AIAA journal, accepted for publication
 72. S. MATUSYAMA, Y. SHIMOGONYA, N. OHNISHI, A. SASOH AND K. SAWADA, Multiband Radiation Model for Simulation of Galileo Probe Entry Flowfield, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, accepted for publication