

第7章

結論および今後の研究の発展

7.1 結論

一層の有害排気成分の低減と効率の向上を図るため、燃焼にかかわる筒内現象に関する研究および代替エンジンの開発が進められているなか、クリーンな代替燃料であるLPGやジメチルエーテル(DME)を用いた高効率エンジンの開発に関心が高まっている。特に、タクシー用燃料として広く利用されているLPGは、全国に約2000箇所のスタンドがあり、供給面で利便性を持っている。また、沸点が低く、低級炭化水素の特性を適切に活用すれば、混合気形成の促進やディーゼル微粒子の抑制が期待される。そこで、本研究では、直接噴射式LPGエンジンを対象に燃焼室内と同等の条件を再現し、LPG噴霧と燃焼特性を実験および数値シミュレーションにより解明し、ディーゼル代替エンジン用の燃料として有効利用するための指針を得ることを試みた。これらの研究成果を以下にまとめて記す。

まず、常温・低圧場の条件で、燃料混合の基礎的過程を明らかにするため、シュリーレン法、シャドウグラフ法および近接撮影により噴霧を計測し、そのペネトレーションや気液相部の面積などを解析した。これらの結果から次の結論を得た。

- (1) LPG噴霧は蒸気圧線図より低い雰囲気圧力では噴霧広がり角および幅が広くなり、蒸気圧線図より高い雰囲気条件ではディーゼル噴霧の挙動と類似するが、LPGの噴霧ペネトレーションはディーゼル噴霧のそれより短い。
- (2) 実機の燃焼室を模擬した衝突板による噴霧の誘導を行った結果、LPG混合気は衝突板の底面を沿って移動しながら混合気を形成し、点火プラグまで着実に到達することが確認された。
- (3) n-ブタンはプロパンに比べ、密度、沸点、粘度が高いため、運動エネルギーおよび粒径が大きくなり、噴霧ペネトレーションはプロパンより長くなる。

- (4) LPG 燃料の温度による噴霧挙動を調べた結果，燃料の温度が高くなるに従い噴霧広がり角および幅が広くなり，噴霧のペネトレーションと速度が落ちることから高負荷における性能低下の原因になる．
- (5) 拡大写真による観察の結果，LPG の蒸気圧より低い雰囲気条件に噴射されると燃料がノズルを出た瞬間から減圧沸騰を起こし，蒸発が盛んになるが，雰囲気圧力が高くなると周囲空気の抵抗を受けながら分裂が始まる．

このように常温・低圧の雰囲気条件での噴霧可視化実験は，燃料と空気の混合過程を基礎的に調べるには好都合であるが，圧縮行程により高温・高圧に達する実機への応用の面では必ずしも十分な条件ではない．そこで，より実機と近い熱力学的条件で成層燃焼を行うために定容燃焼器内をエチレンの燃焼熱を用いて高温高圧化し，その雰囲気中に LPG 噴射系により液体状の LPG を噴射し，成層混合気を形成し，その混合気を計測した．混合気の計測には Mie 散乱法と LIF 法を用い，そのペネトレーションや噴霧体積などを求めた．これらの結果から，次の結論を得た．

- (6) 高温高圧場に噴射された LPG 噴霧のペネトレーションは，高温による蒸発の促進と高圧による貫通力の低下によって常温低圧場より短く幅も狭くなり，通常のディーゼル燃焼よりその影響を大きく受ける．
- (7) LPG には沸点が -40 のプロパンが 30%含まれており，これによって DME の噴霧に比べ雰囲気密度，温度の影響を大きく受ける．
- (8) LIF 法により LPG 噴霧の気相，液層を分離可視化が可能となり，LPG エンジンの燃焼室形状を再現した衝突板における噴霧挙動を調べた結果，高温・高圧場における混合気は燃焼室底面に沿って移動し，点火プラグ付近に混合気が到達する．

次に直接噴射式 LPG 成層燃焼において燃焼過程を明らかにするために定容燃焼器内に燃焼が可能な条件を形成し，燃焼生成物である OH ラジカルと輝炎の計測により点火条件，EGR 率，噴射圧などが LPG 燃焼に与える影響について調べた．さらに LPG 燃焼後の排気ガスを分析し，各種因子が排気ガスに及ぼす影響も調べ，次のような結果が得られた．

- (9) LPG 噴霧燃焼における OH ラジカルは，点火プラグ付近で生成され，噴霧下流に広がる傾向が観察された．

- (10) OH ラジカルは火炎の温度が高く，当量比 1.0 付近で多く発生し，点火時期によって燃焼特性が大きく変わる傾向がある．
- (11) 衝突噴霧燃焼では OH が点火栓から発生し，燃焼室全体に広がった後，衝突壁の底面から輝炎が多く発生する．これはキャビティ底面で，噴霧の運動量の減衰による空気導入の低下と燃料の蒸発潜熱による温度低下，そして燃料の付着などが原因ですすが多く発生したためと考えられる．
- (12) LPG の噴霧燃焼において EGR を行った場合について燃焼可視化および排気ガス分析を実施した結果，燃焼の抑制による NO_x 低減効果が確認された．
- (13) LPG の噴射圧による燃焼可視化および排気ガス分析を行った結果，微粒化促進により燃焼が改善されたが，NO_x は増加する傾向となった．THC に関してはインジェクタからのリークが原因で増大したため，今後，インジェクタの改良が必要とされる．

さらに，エンジン内のガス流動を記述する 3次元 CFD ソフトとして広く用いられている KIVA-3 コードを用い，高温高压場に噴射された噴霧を対象に数値計算を行った．推算式により計算した LPG の物性値と新たな噴霧の分裂モデルとしてディーゼル噴霧の改良モデルである WAVE モデルを組み込み，実験結果との比較検討により燃料噴霧の液滴と蒸気挙動，濃度分布などを定量的に調べた結果，以下のような知見を得た．

- (14) LPG の熱流体物性値を推算し，噴霧と燃焼モデルを適正化して，その過程を数値シミュレーションにより記述することができた．
- (15) 高速回転低負荷領域での成層燃焼における効率低下は混合気が点火プラグまで届かないことが原因であると判断され，その混合気形成には噴射圧力を上げることが最も有効な手段である．
- (16) 排出物の低減のための EGR の効果について調べた結果，NO_x 低減の対策の有効性が確認された．
- (17) ノックを回避するため，低圧縮比 9.0 を用いたピストンでは燃焼が悪化した．これは筒内温度と圧力が低減したためである．
- (18) 噴射圧力が高いほど噴霧内の液滴の蒸発が促進され，燃料蒸気の当量比の高い領域が増加するとともに雰囲気との混合気形成状態が改善される．

以上より，LPG 筒内直噴エンジンは小・中型トラック用ディーゼルエンジンの代替

となりうる低公害エンジンとしてのポテンシャルを有するものと結論づけられる。また、エンジン内の噴霧や燃焼過程を解明する手法を確率することができ、新型エンジンの開発において有効な情報を提供するものと考えられる。

7.2 今後の研究の発展

エンジンにおける噴霧燃焼の研究分野では、高効率化と排気浄化の両立を可能にする燃焼方式の開発が積極的に進められている。このような燃焼の制御には、燃焼室内の燃料の微粒化、蒸発および混合気形成過程などを明らかにすることが重要な課題といえる。また、最近に、ディーゼル代替燃料としてLPGやDMEなどの導入が急がれる状況にあって、特に、LPGは沸点が低く気化性が強いいため、ディーゼルエンジンに適用した場合、貫通力が低下し、高速領域では性能低下し、燃焼が不安定になるのが問題であった。そこで、本研究ではこれらを改善するために、定容燃焼器による噴霧および燃焼可視化実験を実施して、LPG噴霧の基本特性を各種光学法により調査するとともに、多次元数値流体プログラムを用いてシリンダ内の噴霧と燃焼をモデル化して理論的な解析を行った。これらの知見からディーゼルタイプのLPGエンジンには燃焼キャビティの容積をなるべく小さくし、噴射圧を15 MPa以上の高圧化することが性能向上に最適であると結論づけられた。これを試作してエンジン試験を行った結果、より安定した燃焼とディーゼル並の性能を得ることができた。現在、上記の研究、開発の成果を踏まえ、今後、次のような研究を進める予定である。

- 1) 混合気中の燃料濃度の定量化およびそのための計測方法の開発
- 2) 各種代替燃料を用いた噴霧および燃焼特性の解明

本研究は各計測法によるLPG混合気の定性的な解析を行ったものの、定量化までには至っていない状況である。そこで、より精度高い計測法により定量化を図ると同時に、PDPA(Phase Doppler Particle Analysis)による流速粒径測定、PIV(Particle Image Velocimetry)によるエンジン内部の流動解析、NO_x、すすなどの排出成分を計測することにより燃焼過程を解明するとともに、低公害エンジンの開発を支援することを目指している。2)については、エネルギーを多様化する一方で、ディーゼルエンジンでは同時低減が極めて困難なNO_xと黒煙・粒子状物質の排出を低減することを狙いと

して CNG, DME, 軽質軽油, エマルジョン燃料, バイオディーゼルのような燃料を対象に基礎研究とエンジンに適應し, 最終的に車載システムを構築することを目標としている。

本研究により得られた知見は筒内噴射火花点火方式 LPG エンジンの燃焼・排出ガス改善にとどまらず, 代替燃料を用いた将来志向の低公害・高効率エンジンにおいて有利とされる筒内噴射成層燃焼エンジンを対象とした応用研究に活用されることを期待するものである。今後はこれらの研究を継続, 発展させ, 燃焼, エネルギー, 計測, 数値シミュレーションなどの工学的な観点から, 環境とエネルギーに関する社会的要請に応えたいと考えている。

参考文献

《第1章》

- (1) 財団法人エルピーガス振興センター，高効率 LP ガスエンジンの開発調査報告書，pp.1，1999
- (2) 自動車技術会，自動車原動機の実環境対応技術，pp.155，1997
- (3) 李 晟旭，大聖 泰弘，草鹿 仁レーザ誘起蛍光法による LPG 火炎の OH ラジカルの 2次元分布計測，日本自動車技術会，春季大会，2001年5月
- (4) 柏木，黒崎，日本機械学会，Vol.87，No.785，1984
- (5) 自動車技術会，自動車の計測解析技術，pp.7，1997
- (6) 畔津，四辻，染谷，及川，ディーゼル噴霧の構造とその形成過程に関する研究（噴射パラメータが噴霧構造に及ぼす影響）Paper No.223，第9回内燃機関合同シンポジウム講演論文集，pp.391-396，1991
- (7) M.Nishida, T. Nakahira, M. Komori, K. Tsujimura, and I Yamaguchi, Observation of High Pressure Fuel Spray with Laser Sheet Method, SAE Paper, No. 920459, 1992
- (8) T. Kume, Y. Iwamoto, K. Iida, N. Murakami, K. Akishino, and H. Ando, Combustion Control Technologies for Direct Injection SI Engines, SAE Paper, No. 960600, 1996
- (9) T. Kamimoto, S. K. Ahn, Y. J. Chang, H. Kobayashi, and S. Matsuoka, Measurement of Droplet Diameter and Fuel Concentration in a Non-Evaporating Diesel Spray by Means of an Image Analysis of Shadow Photographs, SAE Paper, No. 840276, 1984
- (10) N. Katsura, M. Saito, J. Senda, and H. Fujimoto, Characteristics of a Diesel Spray Impinging on a Flat Wall, SAE Paper, No. 890264, 1989
- (11) M. Nakayama, and T. Araki, Visualization of Spray Structure by Means of Computed Tomography, proceedings of International Symposium COMODIA 85, pp. 131-139 (1985)

- (12) H. Hiroyasu, K. Nishida, and J. C. A. Min , Computed Tomographic Study on Internal Structure of a Diesel Spray Impinging on a Flat Wall, Proceedings of International Symposium COMODIA 90, pp. 205-210, 1990
- (13) H. Fujimoto, J. Senda, M. Nagae, and A. Hashimoto Characteristics of a Diesel Spray Impinging on a Flat Wall, Proceedings of International Symposium COMODIA 90, pp. 193-198, 1990
- (14) J-Y. Koo, and J. K. Martin , Droplet Sizes and Velocities in a Transient Diesel Fuel Spray, SAE Paper, No. 900397, 1990
- (15) C. Arcoumanis, J-C. Chang, and T. Morris , Spray Characteristics of Single- and Two-Spring Diesel Fuel Injectors, SAE Paper, No. 930922, 1993
- (16) 栗原 , 池田 , 中島 : エアーアシストインジェクタにより形成される噴霧の分散過程 , Paper No. 86. 第 11 回内燃機関シンポジウム講演論文集 , pp.505-510, 1993
- (17) F. Vannobel, D. Robart. J. B. Dementhon, and J. Whitelaw , Velocity and Size Distribution of Fuel Droplets in the Cylinder of a Two-Valve Production Engine, Proceedings of International Symposium COMODIA 94, pp. 373-378, 1994
- (18) T. Kamimoto, H. Kobayashi, and S. Matsuoka , A Big Size Rapid Compression Machine for Fundamental Studies of Diesel Combustion, SAE Paper, No. 811004, 1981
- (19) K. R. Browne, I. M. Partridge, and G. Greeves , Fuel Property Effects on Fuel/Air Mixing in an Experimental Diesel Engine, SAE Paper, No. 860223, 1986
- (20) 谷 , 斎藤 , 山田 : エンジン筒内における噴霧蒸発過程の研究 , Paper No.120 , 第 6 回内燃機関合同シンポジウム講演論文集 , pp.119-124, 1987
- (21) K. Nishida, N. Murakami, and H. Hiroyasu , A Pulsed-laser Holography Study of the Evaporating Diesel Spray in a High Pressure Bomb, Proceedings of International Symposium COMODIA 85, pp. 141-148, 1985
- (22) A. Floch, T. Kageyama, and A. Pocheau , Influence of Hydrodynamics Conditions on the Development of a Pre-mixed Flame in a Closed Vessel, Proceedings of International Symposium COMODIA 90, pp. 141-146, 1990
- (23) L. A. Melton , Spectrally separated fluorescence emissions for diesel fuel droplets and vapor, Applied Optics, Vol. 21, No. 14, pp. 2224-2226, 1983

- (24) M. E. A. Bardsley, P. G. Felton, and F. V. Bracco , 2-D Visualization of Liquid and Vapor Fuel in an I. C. Engine, SAE Paper. No. 880521, 1988
- (25) J. Senda, Y. Fukami, Y. Tanabe, and H: Fujimoto , Visualization of Evaporative Diesel Spray Impinging Upon Wall Surface by Exciplex Fluorescence Method, SAE Paper, No. 920578, 1992
- (26) W. M. Scott , Understanding Diesel Combustion through the Use of High Speed Moving Pictures in Color, SAE Paper, No. 690002, 1969
- (27) 長尾 , 池上 , 清田 , 三田 : 直接噴射式ディーゼル機関における燃焼の研究 , 日本機械学会論文集 , Vol. 38, No. 311, pp.1866-1874, 1972
- (28) T. Shiosaki, T. Suzuki, and M. Shimoda , Observation of Combustion Process in D. I. Diesel Engine via High-speed Direct and Schlieren Photography, SAE Paper, No.800025, 1980
- (29) Y. Aoyagi, T. Kamimoto, Y. Matsui, and S. Matsuoka , A Gas sampling Study on the Formation Processes of Soot and ,NO in a D. I. Diesel Engine, SAE Paper, No. 800254, 1980
- (30) K. Kontani. and S. Gotoh : Measurement of Soot in a Diesel Combustion Chamber by Light Extinction Method and In-Cylinder Observation by High speed Shadowgraphy, SAE Paper, No. 831219, 1983
- (31) K. Kanairo, N. Hirakouchi, M. Sekino, and H. Nakagawa Study of High Speed Diesel Engine Combustion Using High Speed Photography-Attempt to Obtain Au Aspects of Combustion and Its Improvement, Proceedings of International Symposium COMODIA 85, pp. 373-381, 1985
- (32) S. Shundoh, T, Kakegawa, K. Tsujimoto, and S. Kobayashi , A Study on Combustion of Direct Injection Diesel Engine with 150MPa Injection Pressure, Proceedings of Internationl Symposium COMODIA 90, pp. 607-612 (1990)
- (33) 水田 ,青山 ,佐藤 ,渡辺 :ディーゼル機関における HC 生成要因調査 ,Paper No.217 , 第 9 回内燃機関合同シンポジウム講演論文集 , pp.165-170, 1991
- (34) 大聖 泰弘 , 石田道靖 , ディーゼル燃焼のモデル化と性能・排気ガス特性の数値予測 , RC133 ディーゼル筒内における地球温暖・大気汚染物質の同時低減の燃焼研究とその可能限界に関する技術予測研究分科会資料 , 1996

- (35) 武田，中込，新村，早期燃料噴射による希薄予混合ディーゼル燃焼の排出物特性，
機会学会第 73 期全国大会講演資料集 ， 1995
- (36) 柳原，新しい混合気形成法によるディーゼルの NO_x・煤同時低減，機会学会第第
73 期全国大会講演資料集 ， 1995
- (37) 岩代 勇毅，ディーゼル燃焼の性能・排気ガス特性の数値シミュレーション，早
稲田大学修士論文，pp.1-2，1996．

《第 2 章》

- (38) 財団法人エルピーガス振興センター，高効率 LP ガスエンジンの開発調査報告書，
pp.122，2000
- (39) 安藤幸司，シュリーレン撮影法，<http://www.dango.ne.jp/anfowld/Schliere.html>，2002
- (40) 日本機械学会：流体の熱物性値集，pp.523，1983
- (41) 菱沼 浩子 他 2 人，LIF 画像処理を用いた筒内 A/F 定量化手法の開発，自動車技
術会，9730489，1997
- (42) Felton, P.G, Mantzaras, J. et al., Initial Two-Dimensional Laser Induced Fluorescence
Measurements of OH Radicals in an Internal Combustion Engine, SAE paper,
No.881633.1988
- (43) 高橋 毅，田中 大輔，代替燃料の噴霧及び燃焼における可視化・解析，早稲田
大学卒業論文，2001

《第 3 章》

- (44) 自動車技術会，自動車原動機の環境対応技術，pp.102，1997
- (45) A. O. zur Loye, and F. V. Bracco : Two Dimensional Visualization of Ignition Kernels
in an IC Engine, Combustion and Flame, Vol.69, p.59-69, 1984
- (46) S. K. Ahn, Y. Matsui, T. Kamimoto, and S.Matsuoka , Measurement of Flame
Temperature Distribution in a D.I. Engine by Means of Image Analysis of Nega-Color
Photographs, SAE Paper, No. 810183, 1981
- (47) A. O. zur Loye, D. L. Siebers, and J. E. Dec : 2-D Soot Imaging in a Direct Injection
Diesel Engine Using Laser-Induced Incandescence, Proceedings of International
Symposium COMODIA 90, p. 523-528, 1990

- (48) 中田・伊東，高木：CARS法によるノッキング発生時の未燃部混合気温度分布の計測，Paper No. 112，第9回内燃機関合同シンポジウム講演論文集，p.63-66, 1991
- (49) 余栄吉：米国における代替燃料車に係わる最近の動向，自動車研究，Vol.17，No.3，1995

《第4章》

- (50) 日本LPG協会：LPG技術総覧，技報堂出版，1981.
- (51) Y. J. Chang, H. Kobayashi, K. Matsuzawa, and T. Kamimoto：A Photographic Study of Soot Formation and Combustion in a Diesel Flame with a Rapid Compression Machine, Proceedings of International Symposium COMODIA85, p. 149-157, 1985
- (52) 小酒，西垣，神本，原田：レーザ誘起赤熱・散乱光法による非定常噴霧火炎内のすす生成と酸化に関する研究，Paper No.11 第12回内燃機関シンポジウム講演論文集，p.61-66, 1995

《第5章》

- (53) 崔圭勳，直接噴射式成層燃焼に関する基礎的研究，早稲田大学，1988
- (54) A. A. Amsden：A Computer Program for Chemically Reactive Flows with Spray, California, Los Alamos, 1989, 158p.
- (55) シャーウッド他2人：気体，液体の物性推算ハンドブック，マクロウヒル，pp.684，1985
- (56) Rolf D. Reitz：Modeling Atomization Processes in High-Pressure Vaporizing Sprays, Atomization and Spray Technology 3, p.309-337，1987
- (57) 李 晟旭：ディーゼル燃料の性状が噴霧および燃焼に及ぼす影響，日本自動車技術会論文集，Vol.33, NO.3, 2002
- (58) 財団法人エルピーガス振興センター：高効率LPGエンジンの開発調査報告書，p.-1，2000
- (59) 早稲田大学：ガスエンジンにおける予混合圧縮自着火に関する研究，東京ガス株式会社委託研究報告書，2000
- (60) 李 晟旭：レーザ誘起蛍光法によるLPG火炎のOHラジカルの2次元分布計測，日本自動車技術会講演集，2001

《第 6 章》

- (61) 小池 真, 鈴置 哲典: 噴霧の高分散化による燃焼最善, R&D Review Toyota CRDL, Vol36 No.4, 2001

謝 辞

本論文を完成するにあたり、指導教官としてご指導を賜りました早稲田大学理工学部機械工学科大聖泰弘教授に心より謝意を表わします。また、貴重なご助言を預きました早稲田大学 斎藤 孟名拳教授、大田 英輔教授、永田 勝也教授、勝田 正文教授、草鹿 仁助教授にも心より御礼申し上げます。

実験設備においては財団法人エルピーガス振興センターから多大なるご支援を賜ったことに感謝致します。本論文は、筆者が早稲田大学大学院理工学研究科後期博士課程に在学中及び早稲田大学助手に在職中に実施した研究で、この間、本研究室と熱工学管理室の多くの方々にお世話になりましたことを記し、心より厚く御礼を申し上げます。

最後に、留学への勧誘と励ましのお言葉を頂いた韓国国民大学の韓 英出教授、生活面で支えてくれた両親と妻、そしていつも笑顔で迎えてくれる娘 秀芽ちゃんにも感謝の意を表わします。



富士山頂上

研究業績 (1)

分類	連絡者，題名（副題），発表・発行掲載誌名，発表・発行年月日
論文	高効率 LPG エンジン開発のためのシミュレーションモデルの構築 自動車技術会論文集，（掲載確定） 李 晟旭，草鹿 仁，大聖 泰弘
論文	Effect of Diesel Fuel Characteristics on Spray and Combustion JSAE Review Vol.23，No.4, pp.407～414, 2002 年 11 月 S. W. Lee, Daisuke Tanaka, Jin Kusaka, Yasuhiro Daisho
論文	ディーゼル燃料の性状が噴霧及び燃焼に及ぼす影響 自動車技術会論文集，Vol.33, No.3, pp.49～54, 2002 年 7 月 李 晟旭，草鹿 仁，大聖 泰弘
論文	Two-dimensional Laser Induced Fluorescence Measurement of Spray and OH Radicals of LPG in Constant Volume Chamber JSAE Review Vol.23, No2, p.195～203, 2002 年 4 月 S. W. Lee, Daisuke Tanaka, Jin Kusaka, Yasuhiro Daisho
論文	Spray and Combustion Characteristics of Alternative Fuels in Constant Volume Chamber JSAE Review Vol.22, No.3, p.271～276, 2001 年 7 月 S. W. Lee, J. Kusaka, Y. Daisho
論文	シミュレーションを利用した CNG エンジンの性能及び排出ガス予測に関する研究 自動車工学会論文集（韓国），Vol.7 No.4, p.76～84, 1999 年 5 月 李 晟旭，韓 英出
論文	CNG デュアルフュエル方式エンジンによる排出ガス低減に関する研究 自動車工学会論文集（韓国），Vol.5 No.5, pp213～218, 1997 年 9 月 韓 英出，オン ミヨンド，オ ヨンソク，李 晟旭
受託 研究	高効率 LP ガスエンジンの開発研究報告書， 財団法人エルピーガス振興センター，1999～2002
受託 研究	ディーゼル燃料が噴霧・燃焼特性に及ぼす影響に関する研究 日石三菱株式会社，2000～2002

研究業績 (2)

種類別	連絡者，題名（副題），発表・発行掲載誌名，発表・発行年月日
講演	A Study on mixture formation and combustion characteristics of directly injected LPG spray , 2003 JSAE/SAE International Spring Fuels & Lubricants Meeting, 2003 年 5 月（講演予定）, S. W. Lee, Yasuhiro Daisho, Jin Kusaka
講演	Effects of injection parameters, intake conditions and fuel properties on diesel combustion and emissions , 2003 JSAE/SAE International Spring Fuels & Lubricants Meeting, 2003 年 5 月（講演予定）, Daisuke Tanaka, Yuko Mito, Yasuhiro Daisho, S. W. Lee, Jin Kusaka
講演	ディーゼル燃焼に及ぼす各種燃料噴射系と給気系因子の効果 第 17 回内燃機関シンポジウム 講演会前刷集, pp.211~216, 2002 年 10 月 田中 大輔, 中川 和明, 三藤 祐子, 大聖 泰弘, 李 晟旭, 草鹿 仁
講演	高効率 LPG エンジン開発のためのシミュレーションモデルの構築 自動車技術会 学術講演会前刷集, No.47-02, p.1~6, 2002 年 7 月 李 晟旭, 大聖 泰弘, 草鹿 仁
講演	Mixture Formation and Combustion Characteristics of Directly Injected LPG Spray, International Symposium on LPG Vehicles(in Seoul), 2002 年 7 月 Yasuhiro Daisho, S. W. Lee, Jin Kusaka
講演	A Study on LPG Fuel Spray and Combustion Characteristics Korea Society Automobile Engineering, Vol. , pp.429~434, 2002 年 5 月 S. W. Lee, Jin Kusaka, Yasuhiro Daisho
講演	ディーゼル燃料の物性値特性が噴霧及び燃焼に及ぼす影響, 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.74-01, p.1~6, 2001 年 10 月 李 晟旭, 大聖 泰弘, 草鹿 仁
講演	PLIF を用いた LPG 噴霧および火炎の 2 次元分布計測 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.50-01, p.5~10, 2001 年 5 月 李 晟旭, 大聖 泰弘, 草鹿 仁
講演	メタノール噴霧における気・液相の分離可視化とその解析 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.95-00, p.15~18, 2000 年 10 月 李 晟旭, 大聖 泰弘, 安 乗一, 草鹿 仁

講演	三次元数値解析による LPG 噴霧特性に関する研究 日本機械学会，年次大会，2000 年 8 月 李 晟旭，大聖 泰弘，安 秉一，草鹿 仁
講演	高温・高圧場における代替燃料の噴霧及び燃焼特性 自動車技術会 学術講演会前刷集 No.74-01，p.13～16, 2000 年 5 月 李 晟旭，大聖 泰弘，安 秉一，草鹿 仁
講演	CNG 専焼エンジンの性能及び排出ガス予測に関する研究 自動車工学会（韓国）学術講演会前刷集 Vol. ，p.1065～1070，1997 年 11 月 李 晟旭，韓 英出，金 敬培，吳 竜碩

履 歴 書

本籍地：ソウル市城北区鐘岩洞 52-29 525

現住所：〒169-0075 東京都新宿区早稲田鶴巻町 525

マンション鶴巻 401号室 Tel 03-5155-5785



ふりがな リ ソン ウク
氏 名：李 晟 旭

生年月日：1971年7月23日（31歳）

年	月	学 歴
1990	2	竜文高等学校卒業
1990	3	国民大学機械工学科入学
1996	2	同上卒業
1996	3	国民大学大学院機械工学科入学
1998	2	同上修了
1998	4	早稲田大学大学院理工学研究科博士課程研究生
1999	3	同上修了
1999	4	早稲田大学大学院理工学研究科 博士後期課程 機械工学専攻 熱工学分野 入学
2003	3	同上修了

研 究 歴

1996	3	内燃機関における代替燃料の噴霧および燃焼特性に 関する研究に従事
------	---	-------------------------------------

職 歴

1991	3	陸軍 71 師団警備小隊入隊
1992	9	陸軍 71 師団警備小隊除隊
2000	4	早稲田大学大学院理工学研究科 助手属任
2003	3	同上退任
2003～	4	独立行政法人交通安全環境研究所 研究員属任予定