

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19860079
 研究課題名（和文） アルコール燃料の噴霧混合気形成および自己着火現象に関する基礎研究
 研究課題名（英文） Study on the Spray Mixture Formation Process and Auto-ignition Phenomena of Alcohol Fuels
 研究代表者 内田 浩二（UCHIDA KOUJI）
 崇城大学・工学部・助手
 研究者番号：00454950

研究成果の概要：H19 年度に実施した噴霧可視化実験結果より「アルコール噴霧の自己着火現象を支配する内部要因が理論空燃比と蒸発潜熱である」ことを基礎現象の観点から実証した。H20 年度は自己着火に及ぼす外部要因の影響を調べるため、定容燃焼炉内のガス圧力および温度をパラメータとした基礎実験を行った。その結果、「アルコール噴霧の自着火現象は内部要因と外部要因に依存するが、周囲ガス圧力および温度が高くなるほど外部要因が支配的となる」ことが明らかとなり、物理学的基礎現象解明への重要な知見を得るに至った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,300,000	0	1,300,000
2008 年度	1,330,000	399,000	1,729,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,630,000	399,000	3,029,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：熱工学

キーワード：再生可能エネルギー、アルコール、自己着火、燃焼、可視化、バイオマス

1. 研究開始当初の背景

深刻化する化石燃料枯渇および地球温暖化等のエネルギー・環境問題。今後 100 年以上先を見据え、これら諸問題を根本的に解決するためには石油依存型社会から脱却しなければならない時期にきていると言える。我が国でもこれら諸問題解決に向け、再生循環型社会の構築を目指した動きが活発化しており、資源の中で唯一再生可能であり、カーボンニュートラルなバイオマスの利活用に注目が集まっている。地球温暖化については COP3 での京都議定書約束事項（第 1 約束期間内に CO₂ 排出量を基準年（1990 年）の 6% 削減）遵守に向け、環境省指導の下、ガソリンにバイオマス由来のエタノール（バイオエ

タノール）を 3% 混合した E3 燃料の使用地域拡大や 10% 混合した E10 燃料使用に伴う技術的課題解決への方向性等が公表されている。このような社会背景および政策動向を踏まえ、本研究では植物バイオマスベースのアルコールをエネルギー源とした熱サイクル論的にも高効率な圧縮自着火噴霧燃焼エンジンシステムの確立を目指そうとするものである。

2. 研究の目的

前述のシステム実現のためには、キー技術である着火燃焼制御法の確立が不可欠であると言える。本研究はこれまでアルコール燃料の自着火性の悪さに対する原因究明を目

的に燃料物性の観点から噴霧運動量理論を基に噴霧混合気形成過程に対する理論検討ならびに実機関を用いた着火・燃焼特性試験を行ってきた。その結果、アルコールの自着火性の悪さおよび不安定さはアルコールが軽油等の石油系燃料に比べ蒸発潜熱が大きく、理論空燃比が小さいという物性を有するが故に、混合気の早すぎる希薄化と遅すぎる高温化をもたらし、自着火に適切な濃度状態と温度状態の同時的成立を困難にしていることに起因することを明らかにした。この知見を基に、自着火性改善策の具体的方法論（噴霧濃度希薄遅延化：Hot EGR、噴霧温度上昇早期化：Hot EGR・高圧縮比化・グロープラグ設置）を実機関（小型ディーゼル機関）に施し実験を行った結果、エタノール 100%での安定した運転を実現するに至った。しかし、このように得られた結果は特定の燃焼場（実機関）によるものであり、自着火・燃焼の基礎現象解明には未だ至っていない。そこで本研究は高温高圧定容燃焼炉を用いた噴霧可視化実験を通じ、アルコールの噴霧混合気形成・自着火・燃焼という一連の物理化学メカニズムを明確に解明し、自着火に対する適正噴霧混合気形成法（自己着火制御法）の具体的方法論を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

これまで本研究で行ってきた理論検討および実機関を用いた着火・燃焼特性試験結果から自着火現象を支配する要因には燃料の熱物性・特性に関する内部要因（特に理論空燃比と蒸発潜熱）と噴霧を形成する際の周囲ガス状態（圧力、温度、酸素濃度）に関する外部要因があることはわかっていた。そこで先ずアルコール燃料の自着火現象に及ぼす内部要因の影響を調べるため、エタノールに溶解性が良好で且つエタノールと燃料物性の異なるジエチルエーテル（エタノールに比べ理論空燃比が大きく蒸発潜熱が小さい）を混合し、その混合割合を変化させた燃料を用いて噴霧可視化実験を行う。次に自着火に及ぼす外部要因の影響を調べるため、供試燃料は前述同様とし、高圧高温定容燃焼炉内のガス圧力および温度をパラメータとした基礎実験を行う。以上の実験より得られた可視化結果を解析し、アルコール燃料の自着火現象を支配する主要因について総括する。また、これまで得られた実機関による実験結果とも照らし合わせ、着火燃焼制御法に対する具体的方法論を検討する。

4. 研究成果

科学研究費交付期間内に実施した実験より得られた結論を研究成果として以下に記載する。

(1) エタノール噴霧は軽油噴霧よりも、その熱物性により微粒化が促進され蒸発が速く完了する。

(2) 燃料の理論空燃比が大きく蒸発潜熱が小さくなるほど、着火遅れ（燃料噴射開始から自己着火するまでの時間）が短くなることを確認した。この結果は実機関を用いた実験結果と同様の傾向を示しており、「アルコール噴霧の自己着火現象を支配する内部要因が理論空燃比と蒸発潜熱である」ことを基礎現象の観点からも実証した。

(3) アルコール噴霧の自着火現象は内部要因と外部要因に依存するが、周囲ガス圧力および温度が高くなるほど外部要因が支配的となる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

(1) H. Saitoh, K. Uchida, "On the Main Factors Governing Auto-ignition Phenomenon of Alcohol Spray -A Study from the View Point of Fuel Properties-", SAE paper, 2009-01-1931, (2009), 10 ページ

[学会発表] (計 3 件)

(1) 齊藤弘順, 内田浩二, "アルコール燃料の自己着火現象を支配する主要因について", 2008 年自動車技術会秋季大会産学パネルセッション, (2008)

(2) 常法啓介, 内田浩二, 齊藤弘順, "アルコール燃料の自己着火現象を支配する主要因について", 第 16 回微粒化シンポジウム講演論文集, (2007), pp. 281~285

(3) 内田浩二, 齊藤弘順, "アルコール燃料の噴霧混合気形成および自己着火現象に関する基礎研究- 蒸発潜熱および理論空燃比が混合気形成に及ぼす影響 -", 第 45 回燃焼シンポジウム, Paper No. D231, (2007), pp. 268~269

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内田 浩二 (UCHIDA KOUJI)
崇城大学・工学部・助手
研究者番号：00454950

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

無し