

エンジン点火用高輝度マイクロレーザー

育成研究：JSTイノベーションプラザ東海 平成17年度採択課題
「光波反応制御内燃機関をめざしたマイクロレーザーの研究開発」

代表研究者：大学共同利用機関法人 自然科学研究機構分子科学
研究所 准教授 平等拓範



研究概要

メガ（100万）ワット級（ピーク）の高出力レーザーによるエンジン点火は理想的な燃焼状態が可能な夢の点火装置とされてきました。しかしこのような高出力レーザーは従来、先端科学を研究する限られた場所でしか使うことのできない大型精密機器でした。本研究では、プラグサイズのメガワット出力高輝度マイクロレーザーの開発に成功し、目標だった自動車エンジンでの動作確認に世界で初めて成功しました。

研究内容、研究成果

現在、高効率、低エミッションかつ高出力の自動車用エンジン（内燃機関）を狙った開発競争が激化しています。このため、従来のプラグを用いた火花点火方式を凌駕する高い点火能力で、自由度も高い新たな点火手法に対する関心が高まってきました。すでに幾つかの提案がなされていますが、中でもレーザー点火は非接触かつ時間、空間的に自由に制御できるといった光の特性が利用できるため、シリンダ内で理想的な燃焼状態を作り出すことができる夢の点火装置と考えられています。

しかしながら、内燃機関の点火には高強度高エネルギー光が必要とされていたため、従来はメートルサイズと巨大なレーザーを用いて研究が進められてきました。このため、基礎研究は良いとしても車に搭載する事は実用上不可能でした。本プロジェクトを実施することで

- （１）点火に重要な光による絶縁破壊現象の精密な実験解析、条件の最適化
- （２）大気中で絶縁破壊が可能な手のひらサイズマイクロレーザーの開発
- （３）定容容器によるスパークプラグとの比較実験において 1/3 の投入エネルギーで 3 倍の火炎核形成の実証
- （４）マイクロレーザー点火による自動車エンジンの動作実証
- （５）プラグサイズで 10 メガワット（MW）を超える高輝度マイクロレーザーの試作

など世界に先駆け成功しました。本研究開発目標であったプラグサイズのマイクロレーザーの高輝度化に成功し、マイクロレーザーによる自動車エンジンの点火を実証しました。研究開発した小型高輝度光源により、ハイブリッドカーはもちろん、すべての火花点火式内燃機関を有する自動車においてその燃焼効率を大幅に改善できると期待できます。また、今後の地球に優しい内燃機関技術への展開も望める本技術は、現在の市場の動向、ニーズに完全に合致するものであることは疑う余地がありません。

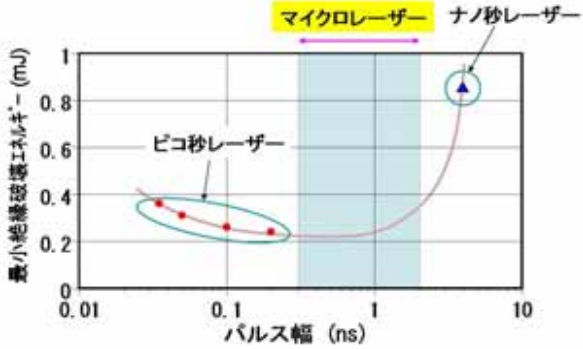
今後の展開、将来の展望

自動車関連分野を中心に内燃機関を利用した幅広い分野での製品化を考え、環境やエネルギー問題への対策と新たな産業競争力の源泉として、マイクロレーザーを用いた光波反応制御内燃機関に関する実用化のための育成研究を実施して来ました。今後は、JST 産学共同シーズイノベーション事業（育成ステージ）「車載型マイクロレーザー点火エンジンの研究」に採択されたことより、（株）日本自動車部品総合研究所と共同して平成 20 年度より 23 年度の期間、車両評価できるレーザー点火システムを開発することを目指し高輝度マイクロレーザーの高性能化・高信頼性化を推進する予定です。また、今後はコジェネレーションなど発電、プラントシステムの検討など新たな展開も含め産学官で地球に優しい新たな内燃機関を目指した活動を推進する予定です。

- ・目的—エンジンの燃費向上、低エミッション化、高出力化
- ・手法—火花点火方式からレーザーによる光解離着火方式へ
- ・効果—くすぶりや冷却損失なしに点火位置や数の自由度が高く、シリンダ内で理想的な燃焼状態を作り出せる
- ・課題—レーザーの小型化、高効率化、点火エネルギーの低減
- ・独創性・新規性—マイクロレーザーによる光波反応制御内燃機関

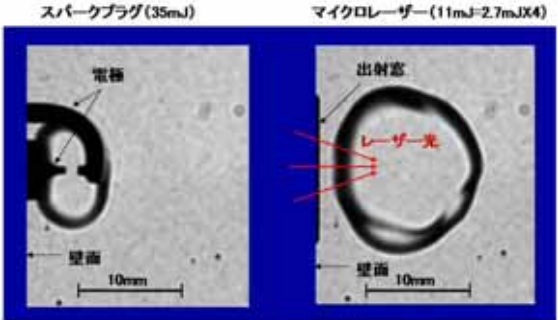


図1 マイクロレーザー点火装置の概観



マイクロレーザーのパルス幅→最適値近傍で設計

図2 最小絶縁破壊エネルギーのパルス幅依存性（豊田中研、分子研）



- ・定容燃焼器（静止場）
- ・A/F (C₂H₄)=15.3 (理論混合比)
- ・室温、大気圧

図3 生成した火炎核の比較（部品総研、JST）



図4 開発したマイクロレーザー外観（JST、分子研）

研究体制

- ◆ 代表研究者
自然科学研究機構分子科学研究所 分子制御レーザー開発研究センター 准教授 平等拓範
- ◆ 研究者
常包正樹（JST イノベーションプラザ東海） 石月秀貴（自然科学研究機構分子科学研究所） 岡部伸一（株式会社日本自動車部品総合研究所） 猪原孝之（株式会社日本自動車部品総合研究所） 宮脇亜紀（株式会社日本自動車部品総合研究所） 金原賢治（株式会社日本自動車部品総合研究所） 藤川武敏（株式会社豊田中央研究所） 蝦名正輝（株式会社豊田中央研究所） 秋濱一弘（株式会社豊田中央研究所） 中北清巳（株式会社豊田中央研究所） 安部知明（株式会社デンソー） 山下幸宏（株式会社デンソー）
- ◆ 共同研究機関
科学技術振興機構、自然科学研究機構
（株）日本自動車部品総合研究所、（株）豊田中央研究所、（株）デンソー

研究期間

平成18年4月 ～ 平成21年3月