

ディーゼル噴霧における乱流構造の解析

研究背景

- 高熱効率化に向け、燃料噴射圧力の高圧化や排気ガス再循環 (EGR) 量の増加が顕著である。
 - 燃料液滴速度の高速化, 雰囲気粘性の低下にともない乱流強度の増加が見込まれる。
- ディーゼル機関ではEGR量の増加に伴う燃焼時期の遅角化, ガソリン機関では燃料の筒内直接噴射により乱流が混合気形成に及ぼす影響が増加すると考えられる。
- 噴霧内の乱流構造スケールを定量的に評価した例は多くない。

研究目的

- 噴霧内部の乱流構造を評価する指標の構築する。
- 雰囲気温度・粘性, 燃料噴射圧力に対する乱流構造の変化の評価する。

シャドウグラフ法による可視化

- 非蒸発および蒸発場の燃料噴霧をシャドウグラフ法により撮影。
- 現象の簡単化のため供試燃料にn-heptaneを用い, 噴射圧力 P_{inj} を40と80MPaに設定した。
- 撮影速度30000fps, シャッタ速度1/119000s, 空間分解能は0.182 mm/pixelに設定した。

主な結果

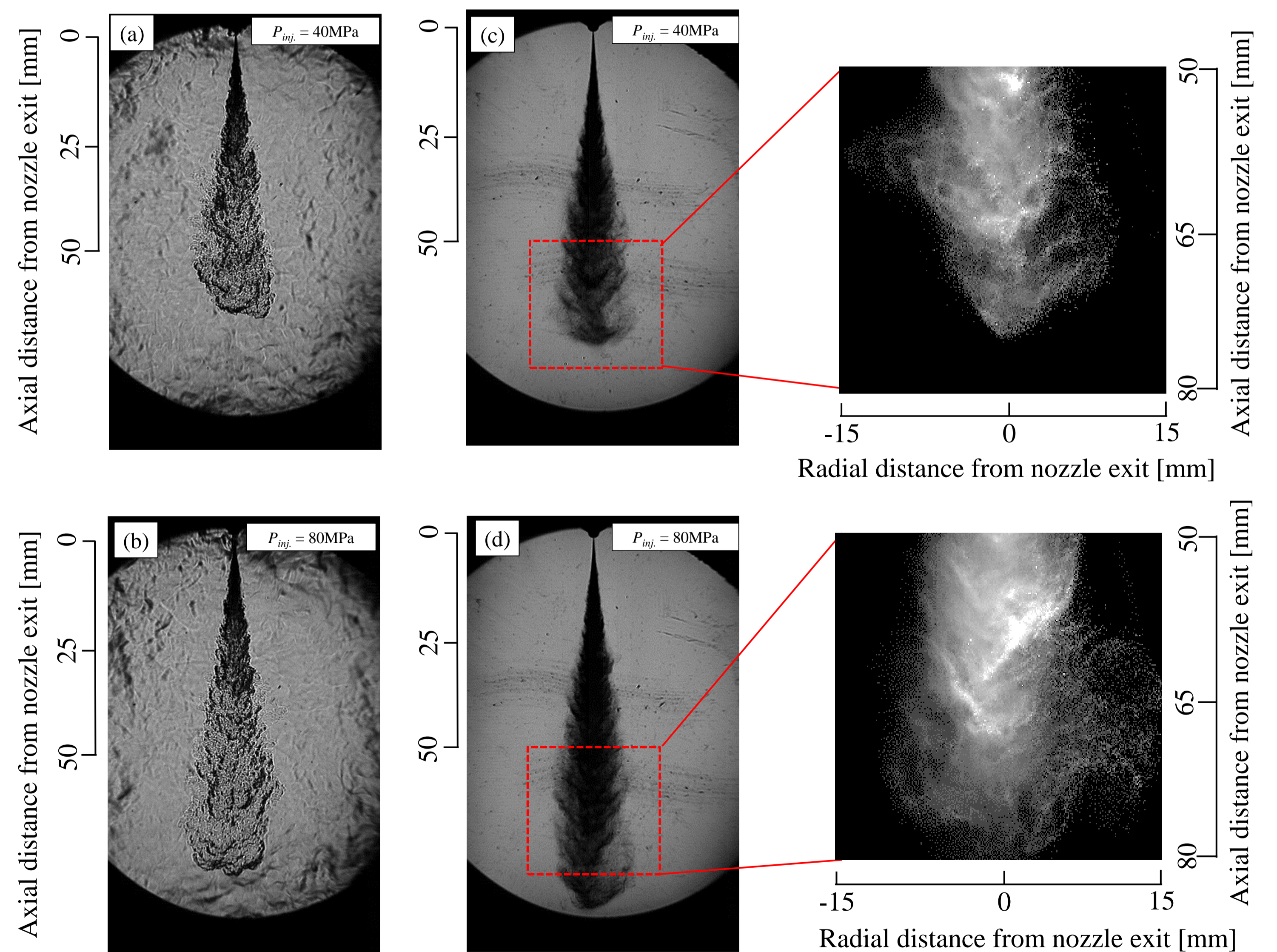
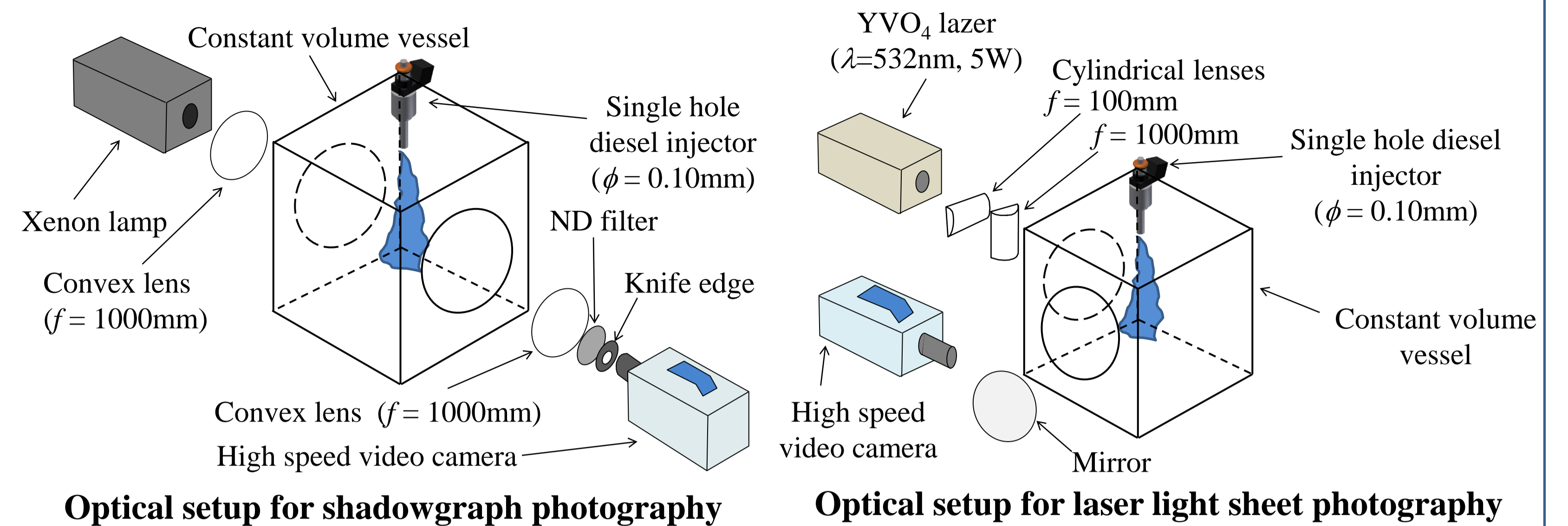
- 非蒸発場において P_{inj} の増加により噴霧角の増加と外縁部の枝状構造の規模が増加した。
- 蒸発場において枝状構造が変化した。
 - 液滴の蒸発, 雰囲気粘性の変化により噴霧内構造が変化した。

LLS法による噴霧断面の可視化

- シャドウグラフ法による結果をもとに, ノズル先端より50~80mmの非蒸発場における噴霧断面をレーザーライトシート(LLS)法を用いて撮影。
- 供試燃料にはn-heptaneを用い, 噴射圧力 P_{inj} を40MPa, 80MPaに設定。
- 光源にはYVO₄レーザ($\lambda=532\text{nm}$, 出力5W)を用いた。
- 撮影速度67500fps, シャッタ速度1/1000000s, 空間分解能は0.117mm/pixel。

主な結果

- $P_{inj}=40\text{MPa}$, 80MPa の両条件において噴霧内部の液滴挙動を確認できる画像が取得した。
- 噴射圧力の増加にともない, 枝状構造の巨大化や渦径の増加が見られる。



(a), (b) : $T_a = 525\text{K}$ [evaporation]
 (c), (d) : Room temperature [non-evaporation]
 $[\rho_a = 10.2\text{kg/m}^3, \text{Test fuel} = \text{n-heptane}, \text{T.A.S.I.} = 2.27\text{ms}]$

本研究は日本液体微粒化学会 研究課題「ディーゼル噴霧における乱流状態の定量的理解」の一部として実施した。