

ガソリン燃焼チーム クラスター大学22 (燃料・ノック班)

大阪工業大学工学部 桑原 一成

ガソリンサロゲート燃料のノッキング発生機構解明とノッキング抑制手法提案に関する化学反応論的解析

目的

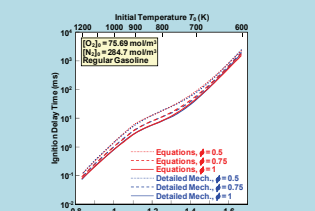
- 高圧縮比+スーパーリーンバーンによる熱効率向上効果の拡大のためにはノッキング抑制が不可欠
 - ➔ 0D高精度ノッキング予測モデルの構築
 - ➔ 反応論的知識にもとづくノッキング抑制手法の提案

研究方法

- クラスター大学21・23が開発した5成分ガソリンサロゲート燃料の詳細反応メカニズムが記述する着火遅れ時間のパラメータ依存性を解明
 - ➔ パラメータ依存性を高精度に再現可能な着火遅れ時間総括式を構築
- 詳細反応メカニズムが記述する反応経路を解説、着火特性を支配する反応論的因子を解明
 - ➔ 詳細反応メカニズムが記述する着火特性を高精度に再現可能な小規模反応メカニズムを構築

主な成果

総括式による着火遅れ時間の再現



$$\tau_{high} = A \cdot ([O_2]^a)^b \cdot ([O_2]^c)^d \cdot (P)^{1000/T}$$

$$\tau_{low} = C \cdot ([O_2]^e)^f \cdot (P)^{1000/T}$$

$$E = F \cdot ([O_2]^g)^h \cdot \exp(G \cdot ([O_2]^i)^{1000/T})$$

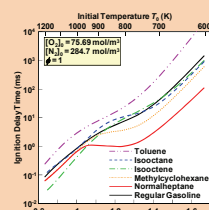
$$H = I \cdot ([O_2]^j)^k \cdot \exp(J \cdot ([O_2]^l)^{1000/T})$$

$$\tau = K \cdot (\tau_{high} - \tau_{low}) + \tau_{low}$$

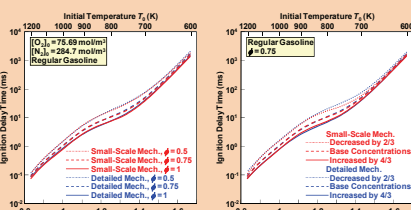
$a = -1.3$
 $b = 0.303$
 $c = 0.0988$
 $d = -0.118$
 $e = -0.159$
 $f = -0.452$
 $g = 4.05$
 $h = -1.69$
 $i = 0.401$
 $J = 15.3$
 $k = -0.178$
 $l = 1.32$
 $m = 1.32$
 $n = -0.178$
 $o = 1.32$
 $p = 1.32$
 $q = -0.178$
 $r = 1.32$

総括式により着火遅れ時間を高精度に再現可能であるが、低温酸化反応による熱発生を記述できないため、Livengood-Wu積分によりシリンダー内着火時期を高精度で予測することは困難である。

サロゲート燃料各成分の着火遅れ時間



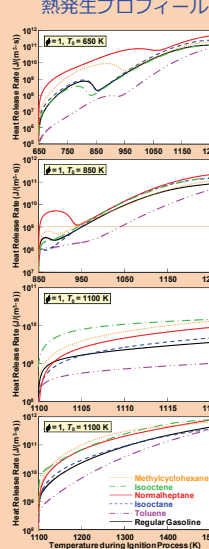
小規模反応メカニズムによる着火遅れ時間の再現



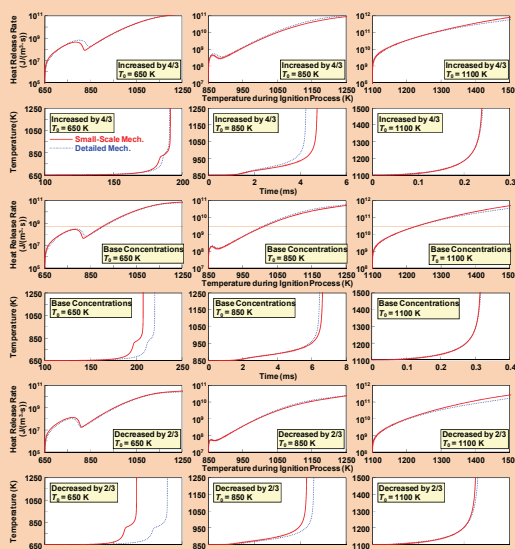
サロゲート燃料の熱発生プロフィール

低温酸化反応が見られる低温条件下ではサロゲート燃料の初期熱発生はイソオクタンに比べて緩やかに増大する。サロゲート燃料の低温酸化反応後熱発生はイソオクタンに比べて緩やかである。サロゲート燃料の低温酸化反応はイソオクタンに比べて高温側まで見られる。低温酸化反応が見られない高温条件下ではサロゲート燃料の初期熱発生はイソオクタンに比べて速やかに増大する。シリンダー内着火時期を高精度で予測するためには着火遅れ時間だけではなく、熱発生プロフィールを高精度に再現することが必要である。

サロゲート燃料各成分の熱発生プロフィール



小規模反応メカニズムによる熱発生プロフィールの再現



サロゲート燃料の小規模反応メカニズム

ノルマルヘプタンの簡略化反応メカニズムをベースとして、反応解析により得られた知識にもとづき燃料系反応のパラメータを変更するとともに、アルデヒド、アルケンの生成を調節することにより、熱発生プロフィールを高精度に再現可能な小規模反応メカニズムを構築した。

化学種数 1759 → 55
反応数 5799 → 92

低濃度・低温条件下で低温酸化反応誘導時間の不一致が見られる。トルエンの着火抑制効果を正確に記述できていないためと考えられる。

今年度の取組

- 小規模反応メカニズムの改良
 - ➔ ノッキング予測モデルへの適用の評価
- 高精度ノッキング予測モデルの構築
 - ➔ 種々の方法の最終評価
- ノッキング抑制手法の検討
 - ➔ 高圧縮比ノッキング抑制効果の解明
 - ➔ タイムドメインミキシング実現方法の考案

研究計画

2014	2015	2016	2017	2018
リファレンス燃料 着火遅れ時間総括式	サロゲート燃料 パラメータ依存性 Livengood-Wu積分 検討	サロゲート燃料 着火遅れ時間総括式 サロゲート燃料 反応解析/ 小規模反応メカニズム	高精度 ノッキング予測モデル 抑制手法検討	ノッキング抑制手法 提案/検証