

ガソリン成分炭化水素の 自着火予測経験式の構築

上智大学大学院
理工学研究科 理工学専攻
高橋研究室
三浦 美理

m-miura-6h7@eagle.sophia.ac.jp

熱効率向上

熱損失低減

高効率の燃料設計

- ノッキング抑制 …低温領域
- 迅速な火炎伝播¹⁾ …高温領域

目的

- 幅広い温度領域での単成分の経験式構築
- 混合系の着火予測の検討

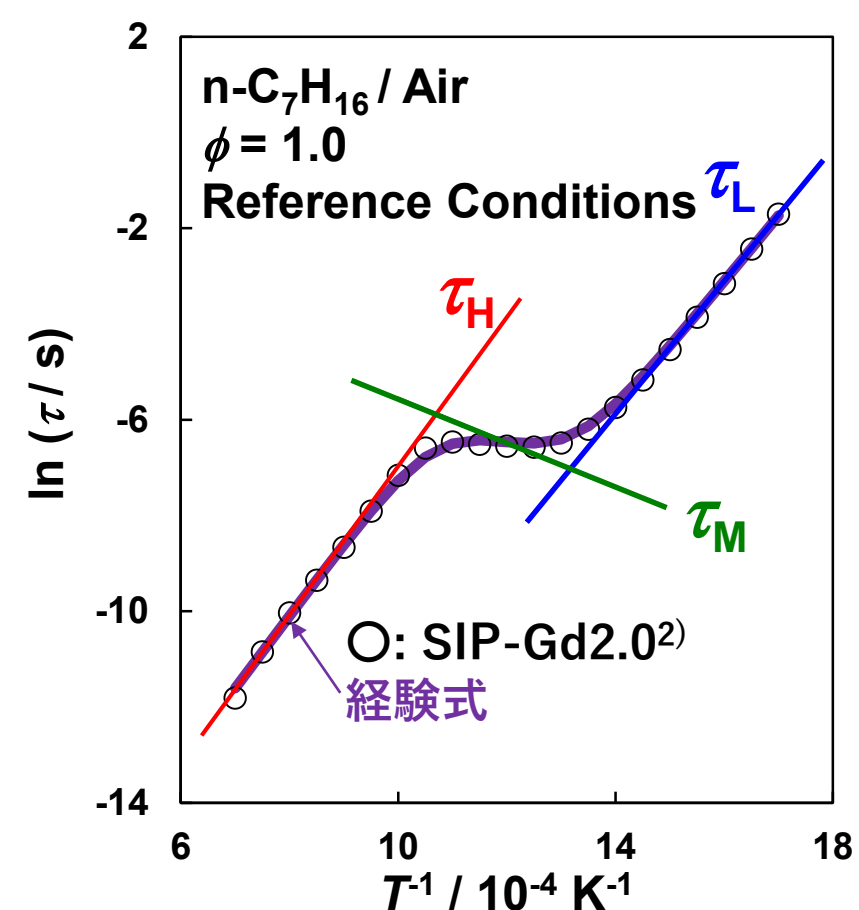
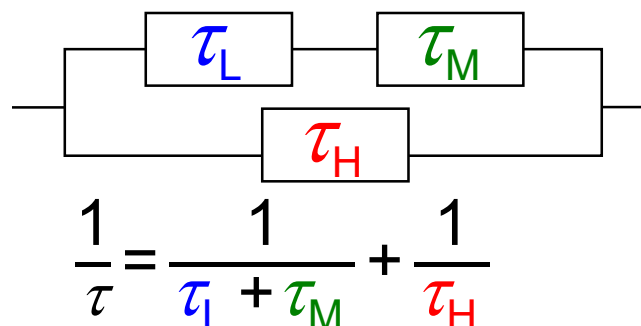
経験式の構築

Arrhenius式を適用

$$\tau_i = A_i [\text{Fuel}]^{a_i} [\text{O}_2]^{b_i} [\text{N}_2]^{c_i} \exp\left(\frac{E_i}{RT}\right)$$

$i = \text{H, M, L}$

Arrhenius式を合成



パラメーターの決定

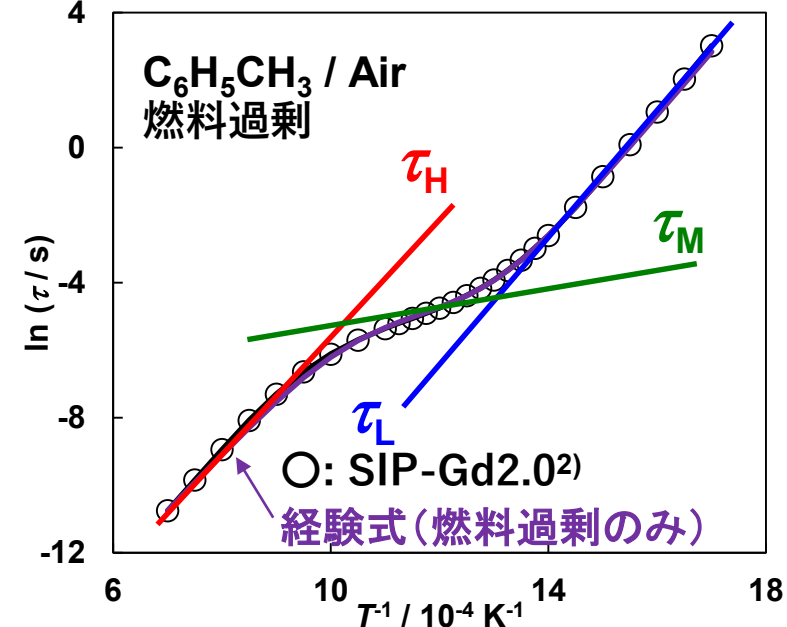
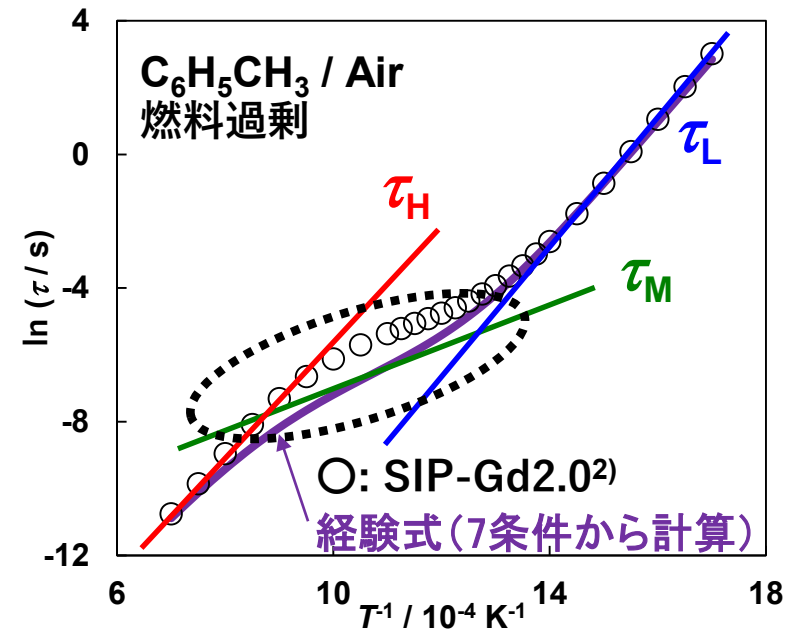
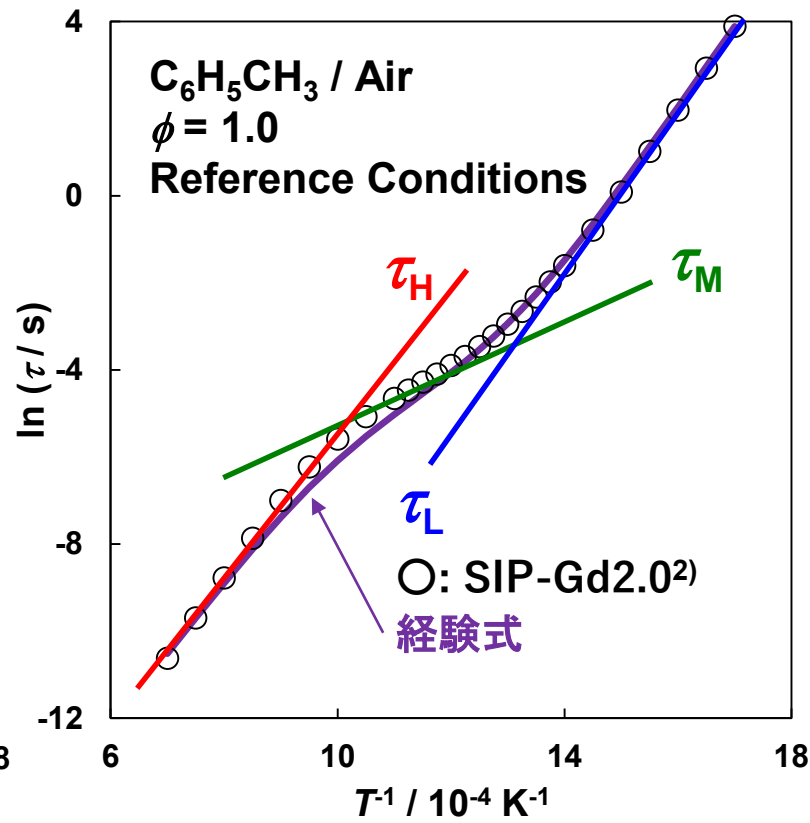
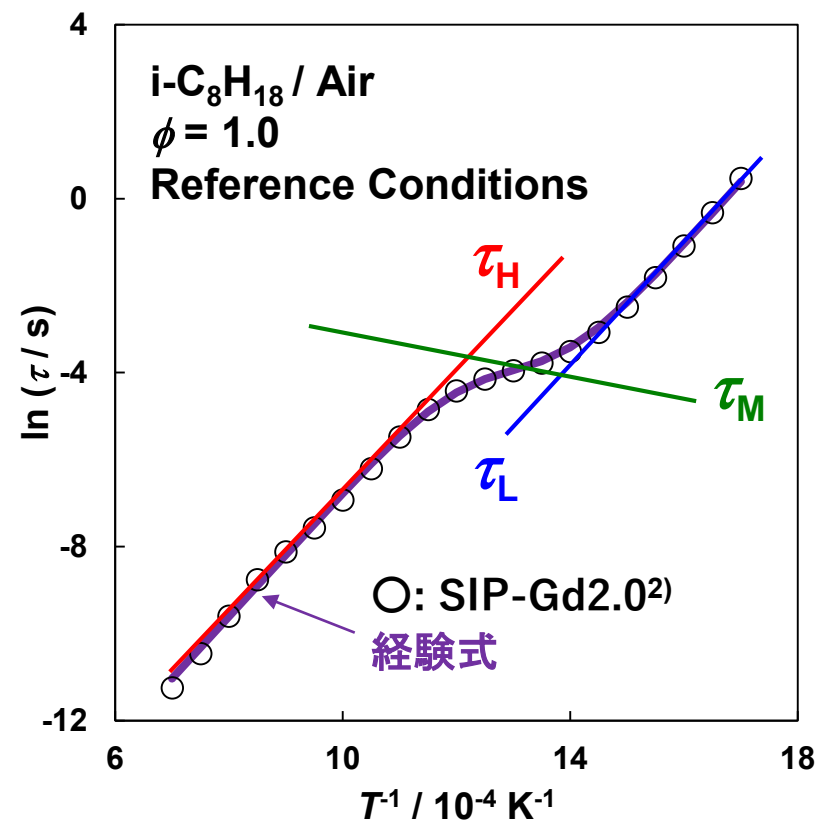
→ 詳細反応モデル²⁾によるシミュレーション計算

Reference Conditions	[Fuel] / mol·cm ⁻³	[O ₂] / mol·cm ⁻³	[N ₂] / mol·cm ⁻³	P / atm	T / K
n-C ₇ H ₁₆ / Air	5.62 × 10 ⁻⁶	6.18 × 10 ⁻⁵	2.33 × 10 ⁻⁴	14.5 ~ 35.2	588 ~ 1429
i-C ₈ H ₁₈ / Air	4.96 × 10 ⁻⁶	6.20 × 10 ⁻⁵	2.33 × 10 ⁻⁴	14.5 ~ 35.2	588 ~ 1429
C ₆ H ₅ CH ₃ / Air	6.84 × 10 ⁻⁶	6.16 × 10 ⁻⁵	2.32 × 10 ⁻⁴	14.5 ~ 35.2	588 ~ 1429

n-C ₇ H ₁₆ / Air	log A _i	a _i	b _i	c _i	E _i
高温(H)	-14.2	-0.499	-0.573	0.116	125
中温(M)	-12.1	-1.494	-1.059	0.155	-39
低温(L)	-12.4	-0.182	-0.179	0.071	114

Reference Conditions の各濃度項を0.5~2倍濃度変化(計7条件)

1) 寺坂 他, 第58回燃焼シンポジウム講演論文集, E311 (2020).
 2) 三好 他, 自動車技術会論文集, 48 (5), 1021-1026 (2017).



C₆H₅CH₃ / Air 燃料過剰

高温領域, 低温領域…よく再現

中温領域

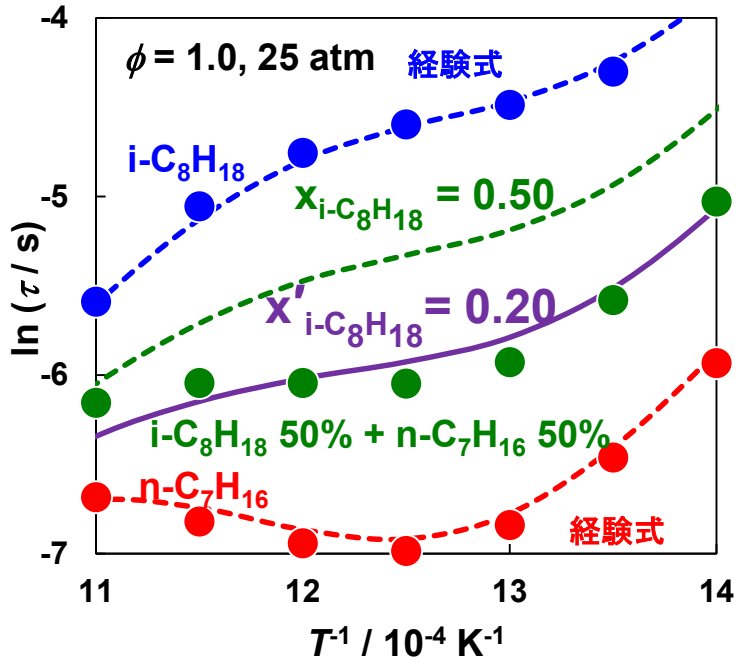
… τ_M で一致せず

→濃度依存性表現×

2成分系の検討

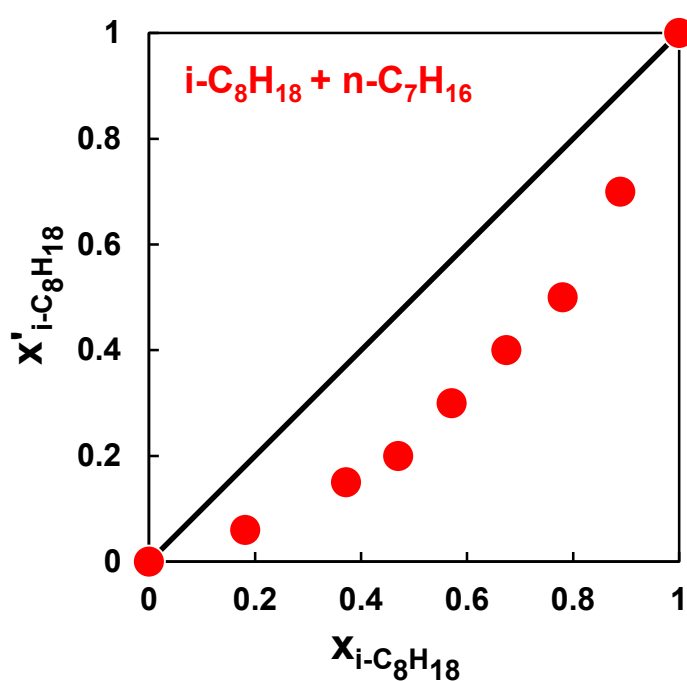
$$\tau = X_{i-C_8H_{18}} \cdot \tau_{i-C_8H_{18}} + (1 - X_{i-C_8H_{18}}) \cdot \tau_{n-C_7H_{16}}$$

$X_{i-C_8H_{18}} = 0.50$ (仕込み組成)



仕込み組成 ($X_{i-C_8H_{18}} = 0.50$) ... 不一致

↓
モル分率変更 ($X'_{i-C_8H_{18}} = 0.20$)



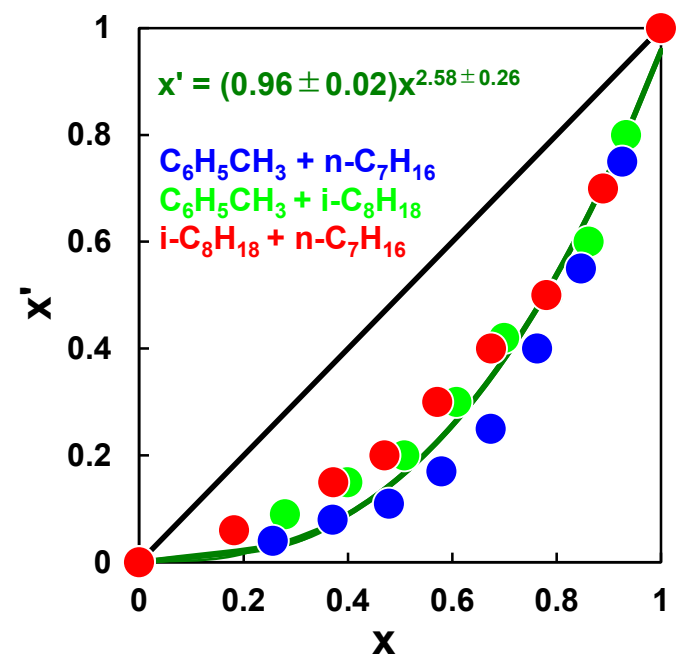
PRF燃料の着火特性

- ・イソオクタンの影響 ... 小さい
- ・ノルマルヘプタンの影響 ... 大きい

混合燃料の着火特性

- ・高オクタン価燃料の影響 ... 小さい
- ・低オクタン価燃料の影響 ... 大きい

↓
補正を行って2成分系を予測



$$\tau = X' \cdot \tau_{i-C_8H_{18}} + (1 - X') \cdot \tau_{n-C_7H_{16}}$$

$$x' = (0.96 \pm 0.02)x^{2.58 \pm 0.26}$$

まとめ

- ・幅広い温度領域で単成分の経験式を構築
- ・2成分系は補正により予測可能
- ・3成分系の着火予測の検討
- ・他燃料種の経験式の構築