

カーボンブラック生成機構の研究：粒子生成と気相反応

(応用化学・生命工学系)

BOUALIONG CHIA XIA LEE, 菅野悠太, 小口 達夫

Backgrounds

カーボンブラックとは

- 炭化水素の熱分解によって生成される炭素微粒子
- 着色、補強、導電性付与としての用途

カーボンブラックの特性・課題

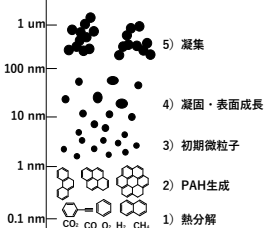
- カーボンブラックの特性を表す要素

粒子径

ストラクチャー

表面性状

すす粒子生成機構概念図



- 用途の高精度化に伴う高精度なカーボンブラックの需要が増加

目的

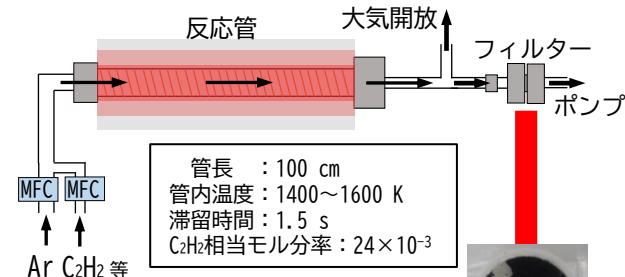
カーボンブラックの生成メカニズムの解明

温度分布によるカーボンブラックの構造関係を明確にする

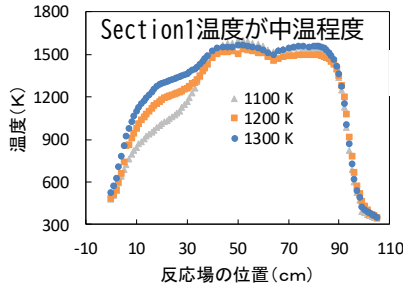
Experimental

実験装置概要

- Ar+C₂H₂/C₆H₆ガスを電熱線を巻いた反応管に流し反応が進行
- 下流のフィルターでカーボンブラックを捕集



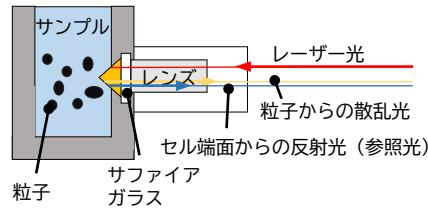
- 実験を行った温度分布の例



生成したカーボンブラック

- 残留ガスや生成した粒子を様々な方法で分析
- 粒子分析の一部に動的光散乱式粒子径分布測定装置 (マイクロトラック・ベル株) Nanotracs) を使用し測定

Nanotracs概要



サンプル量: 50 μL

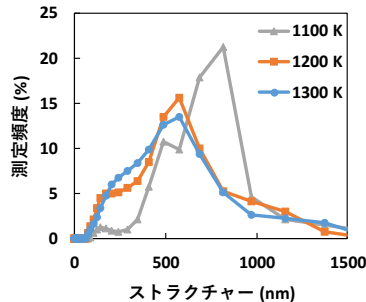
粒子にレーザー光を照射

粒子の運動速度により散乱光の周波数は異なる

散乱光と反射光の違いを解析

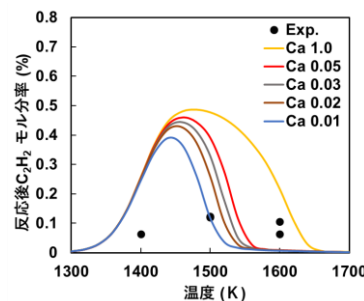
Results&Discussion

Nanotracsによる粒子径分布測定の結果



- 1100 Kの条件はストラクチャーが大きくなる傾向
- 温度による系統的な違いは見られない
- 微粒子全体のみかけの粒径分布が測定されていると考えられる

C₂H₂ 消費量と化学反応シミュレーション



Software: Chemkin-Pro
化学反応モデル: KM2, KM3
管内温度: 1300~1700 K
初期C₆H₆モル分率: 8×10^{-3}
Ca (粒子衝突時の反応確率): 1.0~0.01

- KAUSTの反応モデル[1]を用いた理論計算でC₂H₂消費量を予測
- 実験ではGC分析によって反応後のC₂H₂残存量を計測
- 計算では実験のようなC₂H₂の消費を再現できなかった
- C₂H₂と粒子の反応についてモデルの改良が必要と考えられる

Outcome&futurework

- ナノ粒子マルチアナライザーは粒子を構成するストラクチャーのサイズの分布を測定している
- ストラクチャーの成長の度合いは下流の温度および加熱区間の長さ依存すると考えられる
- 化学反応モデルを用いたシミュレーションは原料の消費に関する温度依存傾向を定性的に再現するが、定量性は不十分であるため、改良が必要である

参考文献

[1] Wang et al., Combust.Flame 162 (2015) 586.