瓦礫材由来難燃性物質の ジメチルエーテルによる特性改善の可能性

神戸大学大学院 海事科学研究科

瓦礫材由来難燃性物質

瓦礫材からの再生エネルギー

アスファルトプラントを利用した燃焼処理
→ 輸送コストの低減
→ 再生資源の抽出

災害による瓦礫材，解体家屋の廃材，森林間伐材

燃焼炉（キルン）における焼却処理【検討課題】

1. 再生エネルギー生成のための燃焼条件
2. 再生エネルギーの輸送可能な形態への処理
3. 再生エネルギーの有効利用法
4. 燃焼にともなう大気汚染対策
5. 放射性元素物質瓦礫材の安全な処理（2011東北大震災の場合）
6. プラントの現状と燃焼炉使用に関する法規制

再生エネルギー源の抽出

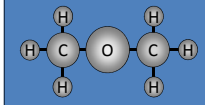
- バイオガス：低酸素燃焼における揮発性油分の生成
- タール：抽出油分から木酢液を除いたもの（木タール）
- 木炭：油分などが抜けた後に残留

燃焼残留物の再利用

- 砂・小石：瓦礫材に付着していた不燃物（砂・小石）

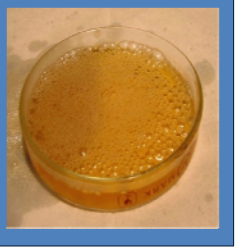
ジメチルエーテルについて

ジメチルエーテルの特性



- 酸素原子に2つのメチル基が結合した最も単純な構造のエーテル
- 常温・常圧では気体の物質で，LPガスに似た特性をもっている
- 酸素を含有する，ススを生成せずに燃焼，自着火特性に優れている等，ディーゼルエンジンの燃料として適した側面を持つ

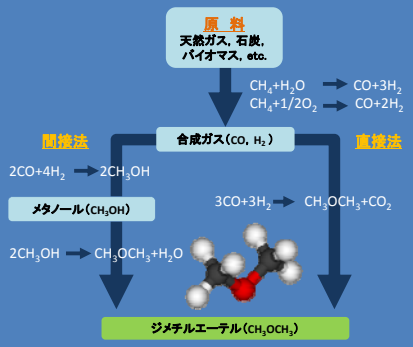
燃料に液化状態のジメチルエーテルを混合し，大気状態に解放すると，急速なジメチルエーテルの蒸発が見られる（右写真）



エンジンにおける燃料の燃焼改善に有効ではないか？

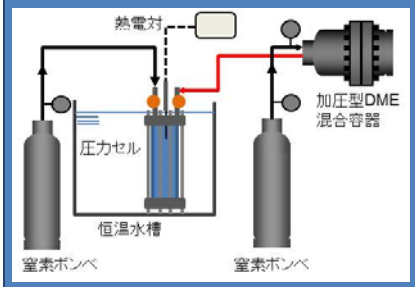
ジメチルエーテルの製造方法

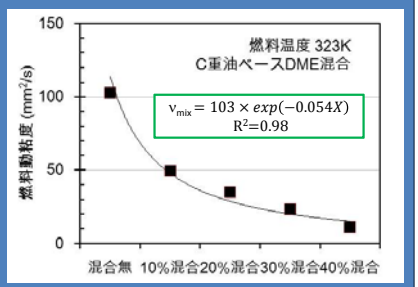
- 一酸化炭素（CO）と水素（H_2）の合成によって生成する
- メタノールを経由する間接合成法と，直接合成法がある



燃料の流動特性の改善

DME混合燃料の動粘度



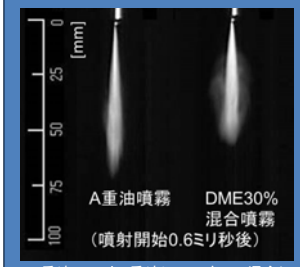


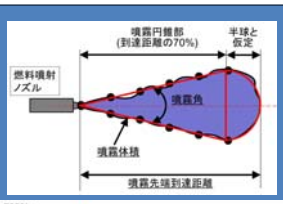
- 揮発性の高い液化DMEを混合した燃料の動粘度を測定するために，圧力セル方式の動粘度計を作製（Sivebaek et al.(2007)）
- 混合燃料の温度は，圧力セルを恒温水槽に沈めて変化させる

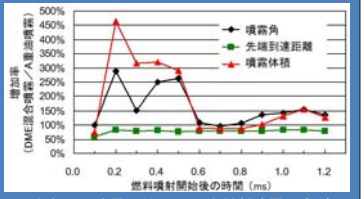
- C重油に液化DMEを混合することで，動粘度は大幅に低下する
- 混合燃料の動粘度ν_{mix}（mm²/s=cSt）は，液化DMEの混合X（wt.%）に対して指数関数的に減少する
- 燃料温度50℃のとき，C重油の動粘度はDMEを40%混合することで約90%減少可能

Sivebaek, I. M. & Jakobsen J. (2007), *Tribology International*, Vol.40, pp.652-658.

DME混合燃料の噴霧構造







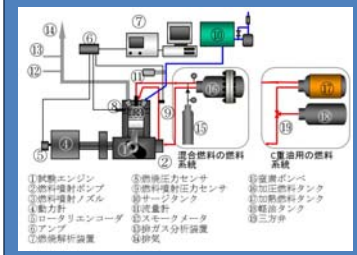
- A重油100%とA重油にDMEを30%混合した燃料を大気圧場に噴射して微粒化状態を確認
- 噴射開始後の同一時刻で比較すると，噴霧先端到達距離はDME混合燃料の方が短くなる
- 噴霧の進行方向に対して垂直方向への燃料拡散はDME混合燃料の方が顕著である

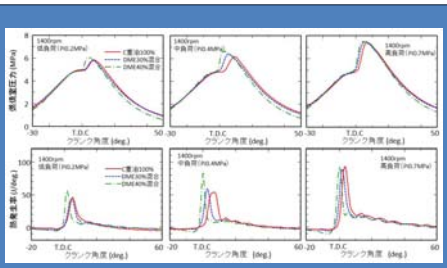
- A重油100%噴霧に対して，混合燃料噴霧は広がりが増大し，結果として噴霧体積が増大する
- 噴霧体積は，最大で4.5倍程度になる。これは噴霧内により多くの空気を含むことを意味する

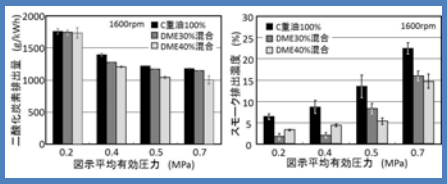
混合燃料の燃料特性

DME混合燃料のエンジン燃焼

エンジン型式	水平横型水冷4ストロークディーゼルエンジン (YANMAR NFD-13ME)
ボア×ストローク	92 x 96 mm
行程容積	0.638 liter (単気筒)
燃焼室型式	直接噴射式
圧縮比	17.7
定格出力	8.1kW @ 2400 rpm
最大出力	9.2kW @ 2400 rpm
燃料噴射ポンプ	ジャーク式
ノズル形式	ホールタイプ、4噴孔







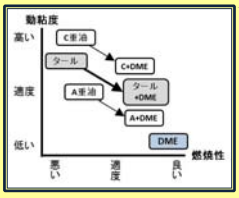
- C重油の燃焼に適していない小型直接噴射ディーゼルエンジンを使用（保有設備の制約上）
- C重油は90℃に加熱し，DME混合燃料はタンク内で室温としてエンジン燃焼試験を実施

- DME混合によって，いずれのエンジン負荷（＝出力）条件においても燃料の着火時期は早くなる（低負荷ほど顕著）
- 二酸化炭素排出量は，DME混合によって低減する（燃料中の炭素含有量の違いに起因する）
- スモークはDME混合によって低減する（DMEの混合割合以上に低減，燃焼状況の活性化）

技術移転について

DME混合による特性改善

- **難燃性物質の特性改善（流動性，燃焼性）**



- ◆ 木タール，廃食用油など難燃焼性物質の燃焼性促進
- ◆ 高粘度物質の低粘度化（オリノコタール，ビチューメンなど）
- ◆ 燃焼エミッションの改善

- **希望する技術移転産業分野**
  - ✓ 燃料費の抑制が必要な分野
  - ✓ 難燃性物質の燃焼促進が必要な分野
  - ✓ 低炭素化（二酸化炭素排出抑制）が必要な分野

出典：http://boiler.android2012.net/
ボイラー

出典：http://www.city.tsukuba.ibaraki.jp/
焼却炉

出典：http://wakouship2.exblog.jp/
エンジン（ディーゼル）