

メタノールENGの特徴と問題点（ガソリンと比較して）

Sep.'94 W1S 三瓶

特徴

1. 低発熱量が約半分、理論空燃比が約半分で、トータルで同等の発熱量が得られる。
2. オクタン価が高く、耐ノック性に優れている。→ 高圧縮比化、高過給圧化
3. 高圧縮比、高過給圧、希薄燃焼の組み合わせで、出力と熱効率の大幅向上可能。
4. 気化潜熱が約3倍。
筒内噴射によって燃焼室内を冷却できる。また、過給機エンジンでの
インタークーラーとしての効果が期待できる。
又、燃料の気化により燃料蒸気の体積割合が増加し、吸入空気の体積割合が
減少する。しかし、その効果よりも混合気温度の低下によって吸入空気の密度が
増大する効果の方が大きく、エンジンの出力を増大させる効果がある。
5. 蒸発速度係数が小さい。 $(Ce = -dD^2/dt, D : \text{液滴直径})$
高温では雰囲気圧力の高いほど蒸発速度係数が大きく蒸発しやすくなる。
6. 沸点が低い（64.7°C）為、気化促進は給気加熱よりも壁面加熱の方が効果的。
(沸点が壁面温度以下の為)
又、燃料の微粒化を促進する減圧沸騰を容易に発生させることができる。
7. 着火遅れが短い。希薄混合比ではさらにその差が大きくなる。
8. 燃焼期間は理論空燃比で同等だが、希薄混合比になるに従って短くなる。
9. 最大燃焼速度は同等だが、希薄混合比での燃焼速度は大きい。
10. Heat Release Pattern は同等。
11. 燃焼温度が低い。（冷却損失が少ない）
12. 燃焼モル数が増える。
メタノール（燃焼後／燃焼前 モル比 = 1.061～1.210）
 $\text{CH}_3\text{OH} + 1.5\text{O}_2 + 5.65\text{N}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 5.65\text{N}_2$
ガソリン（燃焼後／燃焼前 モル比 = 1.058）
(イソオクタンで代用)
 $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12.5\text{O}_2 + 47\text{N}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} + 47\text{N}_2$
13. 11と12により等容度が増加する。
14. 燃焼生成物としてガーボンを生成しにくい。
点火プラグ付近に過濃な混合気を形成させる層状給気法でも、カーボンが
点火プラグ電極に付着することによる電極間短絡のトラブルが発生しにくい。

メタノール物性値

8.SEP.'94 W1S MIKAME

| | | Methanol | Gasoline |
|---------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| 分子式 | | CH3OH | C7.1H13.1 (平均) |
| 分子量 | | 32.04 | 100 (平均) |
| 組成(wt%) | 炭素 | 37.5 | 85~88 |
| | 水素 | 12.6 | 12~15 |
| | 酸素 | 49.9 | 0 |
| 比重 (20/4°C) | | 0.792 | 0.724 (平均) |
| 沸点 | (°C) | 64.7 | 50~55 (10%) |
| | | | 160~165 (90%) |
| リード蒸気圧 | (kgf/cm ²) | 0.277 | 0.83 (平均) |
| 理論空燃比 | (kg/kg) | 6.45 | 14.7 |
| 低位発熱量 | (kcal/kg) | 4800 | 約 10500 |
| 気化潜熱 | (kcal/kg) | 263 | 約 80 |
| 理論空燃比における 燃料蒸気の割合 | (vol%) | 12.3 | 約1.65 |
| 理論空燃比における 燃料蒸発のための温度低下 | (°C) | 122 | 約18 |
| 定圧比熱Cp | (kcal/kg°C) | 0.571 (0°C) | 約 0.5 |
| | | 0.602 (25°C) | |
| | | 0.644 (50°C) | |
| | | 0.696 (75°C) | |
| | | 0.760 (100°C) | |
| 引火点 | (°C) | 11 | 約 -40 |
| 自動着火温度 | (°C) | 460 | 約 260 |
| 空気中可燃範囲 | (空気過剩率) | 0.34~1.68 | 0.28~1.21 |
| 相容性 (at 20°C) | 水への溶解度 | ∞ | 約 240ppm |
| | 水の溶解度 | ∞ | 約 80ppm |
| オクタン価(RON) | リサーチ法 | 112 | 91 |
| | モーター法 | 91 | 82 |
| 粘性係数 η | (kgs/m ²) | 0.586 | |
| 動粘性係数 ν | (m ² /s) | 0.727 | |
| 熱伝導率 λ | (kcal/mh°C) | 0.182 | |
| 温度伝導率 α | (m ² /s) | 3.90 | |
| 膨張率 β | (1/°C) | 1.20 | |

その他の性質

蒸気の重さは空気とほぼ同程度なので広拡散して爆発混合ガスを作りやすい。

液体に繰り返し触れると炎症を起こす。

吸入または飲み下すと失明したり死ぬことがある。

液が目や皮膚についたときは多量の水で十分時間をかけ洗い流す。

メタノールE NGの特徴（ガソリンと比較して）

4. 気化潜熱が約3倍。筒内噴射によって燃焼室内を冷却できる。また、過給機エンジンでのインターチューラーとしての効果が期待できる。又、燃料の気化により燃料蒸気の体積割合が増加し、吸入空気の体積割合が減少する。しかし、その効果よりも混合気温度の低下によって吸入空気の密度が増大する効果の方が大きく、エンジンの出力を増大させる効果がある。

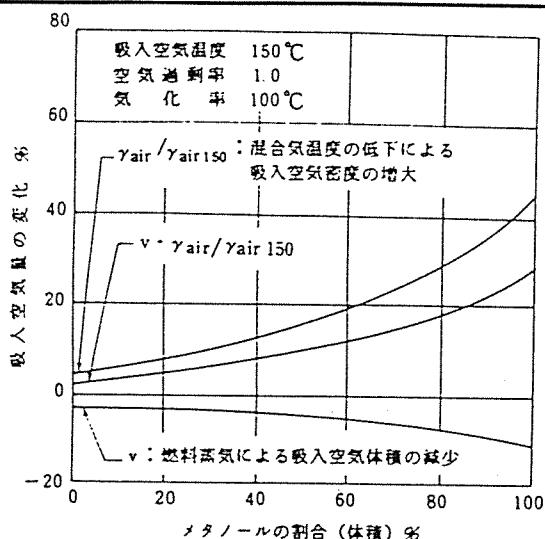


図2.10 メタノールの割合が吸入空気量に及ぼす影響

5. 蒸発速度係数が小さい。高温では雰囲気圧力の高いほど蒸発速度係数が大きく蒸発しやすくなる。

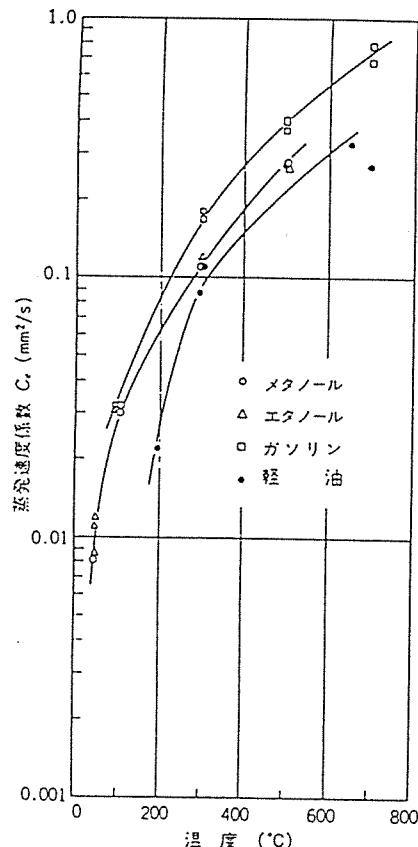


図1.3 アルコール、ガソリンおよび軽油の蒸発速度係数

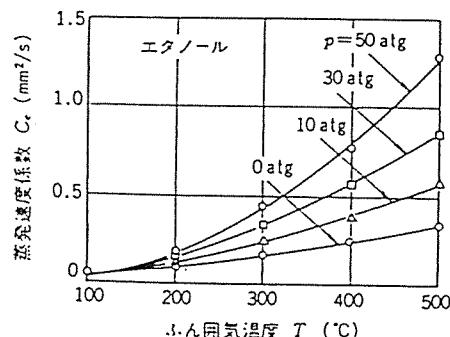


図1.4 エタノールの蒸発速度係数

メタノールE NGの特徴（ガソリンと比較して）

6. 沸点が低い（64.7°C）為、気化促進は給気加熱よりも壁面加熱の方が効果的又、燃料の微粒化を促進する減圧沸騰を容易に発生させることができる。

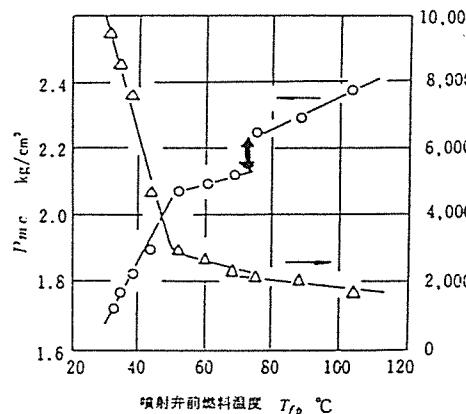


図3.12 減圧沸騰と機関性能

7. 着火遅れが短い。希薄混合比ではさらにその差が大きくなる。
8. 燃焼期間は理論空燃比で同等だが、希薄混合比になるに従って短くなる。

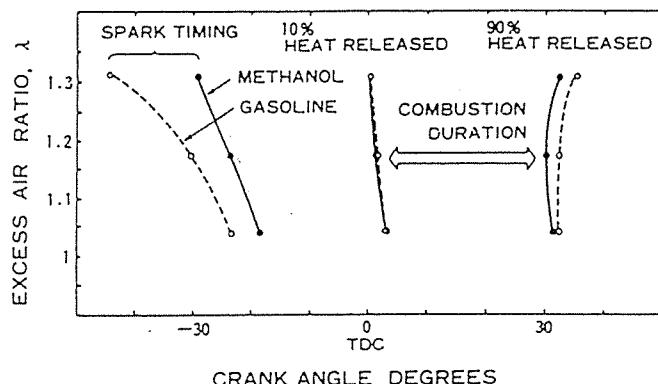


Fig. 3 - Comparison of MBT timing, 10% heat released, and 90% heat released crank angle with methanol to those with gasoline, $\eta_c=47\%$, 2000 rpm, 1.5 liter engine

9. 最大燃焼速度は同等だが、希薄混合比での燃焼速度は大きい。

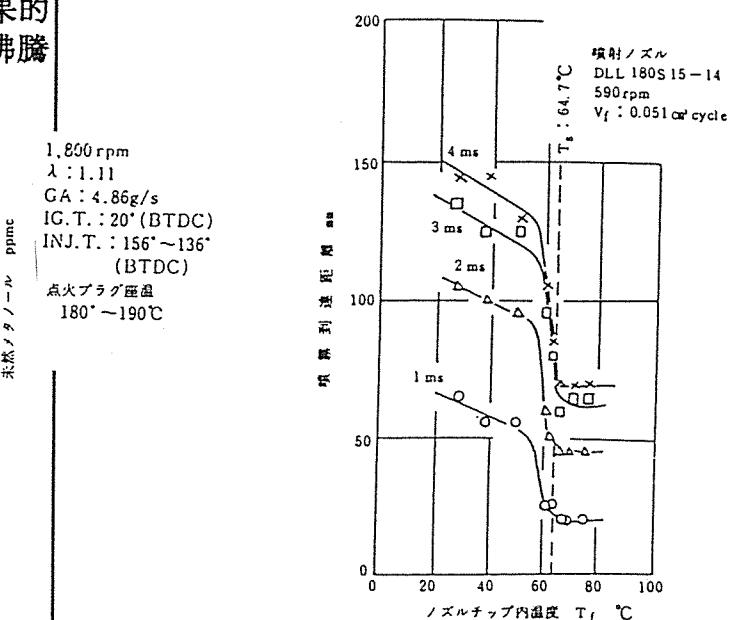


図3.5 間欠噴射におけるノズルチップ内温度と噴霧到達距離

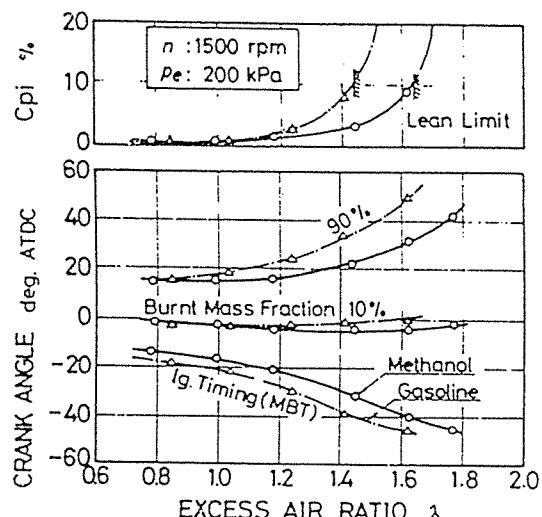
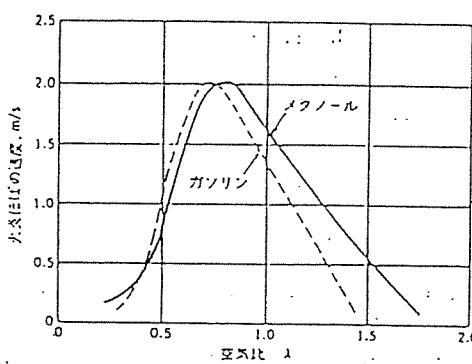


Figure A-5 Comparison of combustion duration and fluctuation rate of indicated mean effective pressure (C_{pi}) for methanol and gasoline under a partial load condition



メタノールENGの特徴（ガソリンと比較して）

10. Heat Release Pattern は同等。

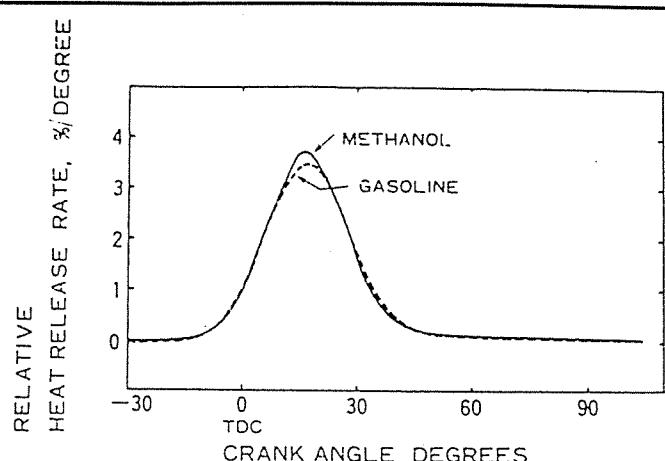


Fig. 4 - Comparison of heat released pattern with methanol to that with gasoline, MBT timing, $\lambda=1.0$, $n_c=47\%$, 2000rpm, 1.5 liter engine

11. 燃焼温度が低い（冷却損失が少ない）

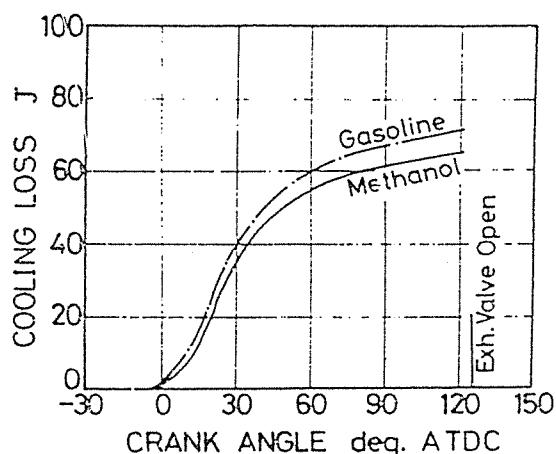


Figure A-4 Accumulated cooling loss versus crank angle at 1500 rpm, p_e of 200 kPa and λ of 1.0

13. 11と12により等容度が増加する

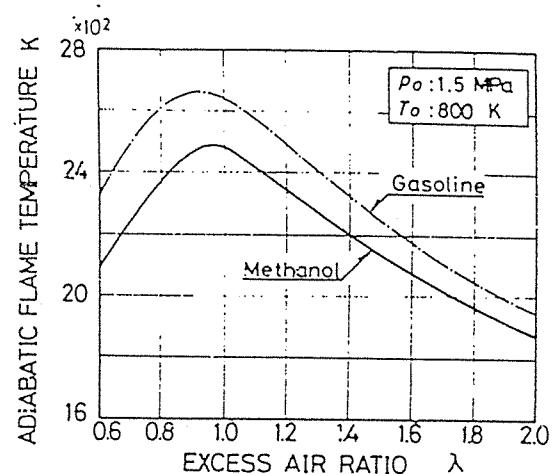


Figure A-2 Comparison of adiabatic flame temperature of methanol and gasoline that has an average chemical formula of $C_{7.1}H_{13.1}$

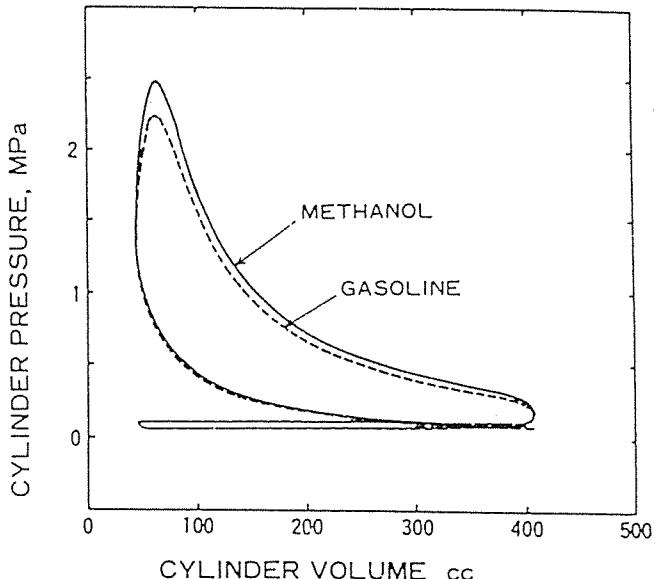


Fig. 2 - Comparison of indicator pressure diagram from 400 cycles sampling with methanol to that with gasoline, MBT timing, $\lambda=1.04$, $n_c=47\%$, 2000rpm, 1.5 liter engine

問題点

1. プレイグニッション発生温度が低い。（高Ne、高負荷時に発生しやすい）
M85で約900°C（ガソリンよりも約200°C低い）
→ 高熱価プラグ必要

2. 吸気・排気バルブ、バルブシート、インジェクターの摺動面、軸受けメタル、ピストンリング、ロッカーアーム が著しく摩耗する。

原因

- ① 燃焼ガス中の水分が多く露点が高い（ガスリンに比べ約15°C）為、シリング壁面へ多量の水分が凝縮しオイルに混入する。
- ② 水分とともに蟻酸（HCOOH）、メタノールがオイルに混入する。
- ③ オイル中の多量の水分による潤滑不良、及び蟻酸、メタノールによる腐食溶解が原因で摩耗が発生する。

（蟻酸と多量に生成される水蒸気による）

→ 対策例

- ① リングは耐腐食性の優れるクロムメッキ（GNは、NG）
- ② メタノール専用のENGオイルが必要（ULTRA U-85）
 1. 発生する有機酸を中和するため全塩基価(TBN)を高める。
 2. オイルの粘性を上げ、水分や燃料希釈によるオイルの粘性低下を抑制する。
 3. 動弁系摩耗を低減するために有機モリブデンを添加する。
 4. 鑄びや腐食を防ぐため防錆添加剤の含有量を増やす。
- ③ アルミは非常に腐食されやすいが、アルマイドでかなりの腐食防止が可能。

3. メタノール中の水分、金属イオンにより電気伝導度が高くなり、電圧の印加された金属部材が電触により溶出する。

4. メタノールの気化によりηvが低下する。

（理論空燃比における燃料蒸気割合が大きい。）

メタノール：12.3vol%，ガソリン：1.65vol%）

5. 気化潜熱が大きく、気化および混合気の形成が困難。

但し、液滴の寿命時間が最も短くなる温度（最大蒸発点）はメタノールの飽和温度 + 30 ~ 40°C に存在する。

メタノールE NGの問題点（ガソリンと比較して）

2. ① 燃焼ガス中の水分が多く露点が高い

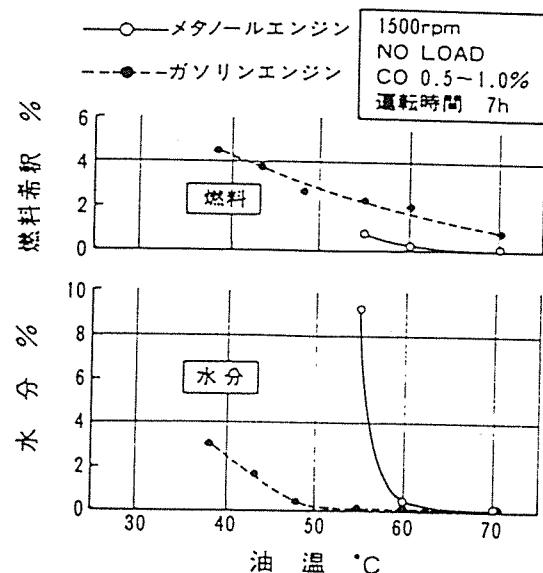


図 12 油温がオイル中の水分に及ぼす影響

2. ③ アルミは非常に腐食されやすいが
アルマイドでかなりの腐食防止が
可能

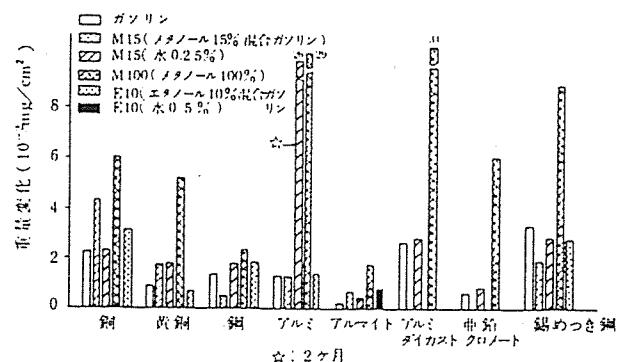


図 4 メタノール燃料による金属腐食 (40°C, 3ヶ月)

5. 気化潜熱が大きく、気化および
混合気の形成が困難。
但し、液滴の寿命時間が最も短くなる
温度（最大蒸発点）はメタノールの
飽和温度 + 30 ~ 40°C に存在する。

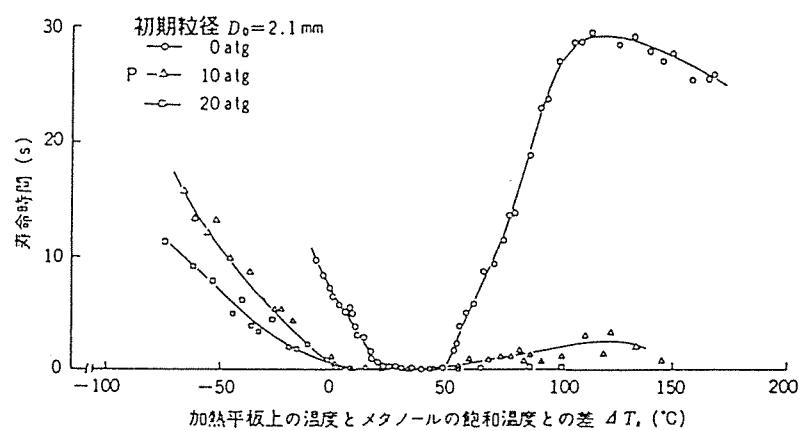


図1.2 加熱平板上の温度とメタノールの飽和温度との差 ΔT_s (°C)
△ T_s が液滴の寿命時間に及ぼす影響