

エンジン用A/F計測システム(マイクロカセグレンシステム)

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

マイクロカセグレンセンサ



M5 type

- Kistler 6052A dimension
- COMODIA2004, SAE2005WC published
- AVL engine test, ~18000rpm proved

SP type (M14,M12,M10)

- AVL ZF41 dimension(M14)
- SAE2005WC published(M14)
- Multipoint: in development

φ2 type, SP type (M12, M10)

- In development

M5 & SP(M14) type

Measurement volume: $\phi 0.1 \times 0.8$ mm

Working distance (WD): 3-5 mm

Fiber: 230 μ m core diameter

UV upgrade

15, 20 m length

Metalized Quartz Fiber

FC connector

Spectra Box仕様

Flame emission: 5ch

- OH*, CN*, CH*, C₂*(1,0), C₂*(0,0)

Input signal

- TDC, Encoder, Ext. trigger
- Pressure and other signal available

Output signal

- BNC output ($\pm 10V$, $1M\Omega$)

PC connection: USB

Sampling: 1MHz/ch

Auto HV control (PC control)

Stand alone mode

- On-board type operation available

5ch LCD optional

- Real time monitoring

Size: 320 × 280 × 132.5 mm

Weight: < 8kg

Power: < 40W

AC adapter: 100~240V, 50/60Hz

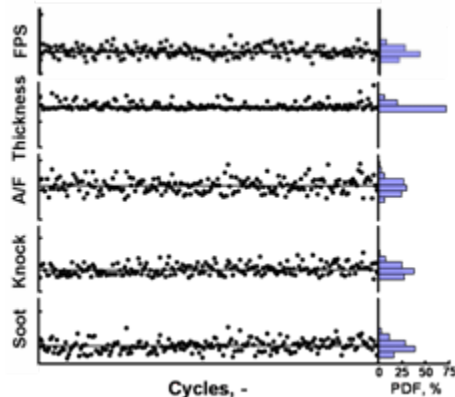
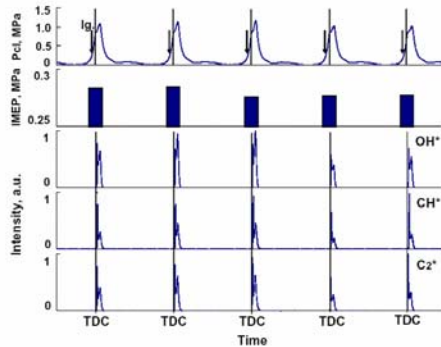
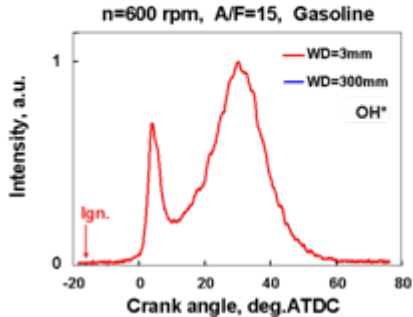
Application software

- Flame analysis
Flame speed, Thickness, Local A/F
Mixture quality level, Soot production
detection, Knock detection
- Combustion analysis



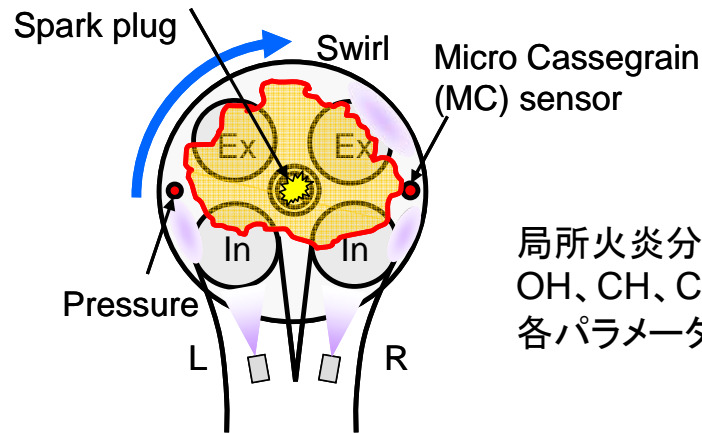
Imagineering, Inc.

マイクロカセグレシステムで計測・解析可能な項目



マイクロカセグレシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

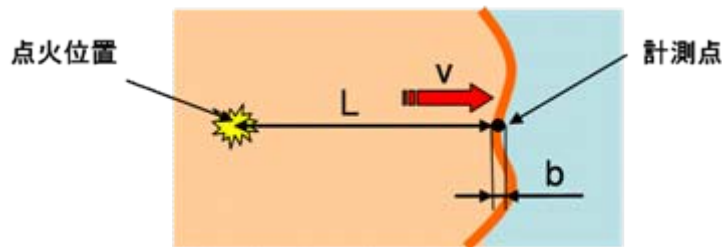


局所火炎分光スペクトル計測を行い、OH、CH、C₂の強度比、時間ずれより、各パラメータを計測するシステムです。

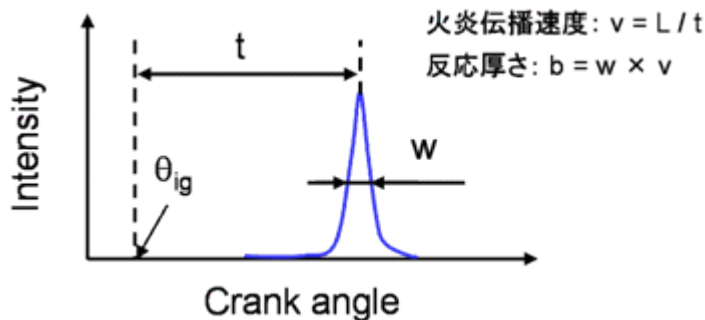
Imagineering, Inc.

MC-1&2: 火炎伝播速度・火炎帯内ラジカル反応厚さ

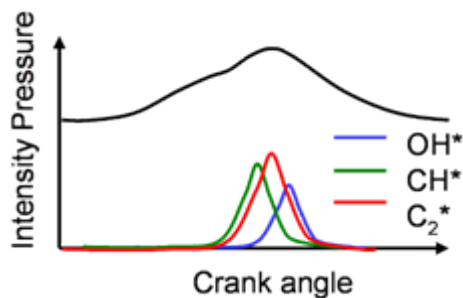
点火位置と計測点の関係



火炎伝播速度・反応厚さの算出方法



圧力およびラジカル発光波形



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

MC-1: 火炎伝播速度

MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ

MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動

MC-4: 混合気の均一／不均一度

MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動

MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動

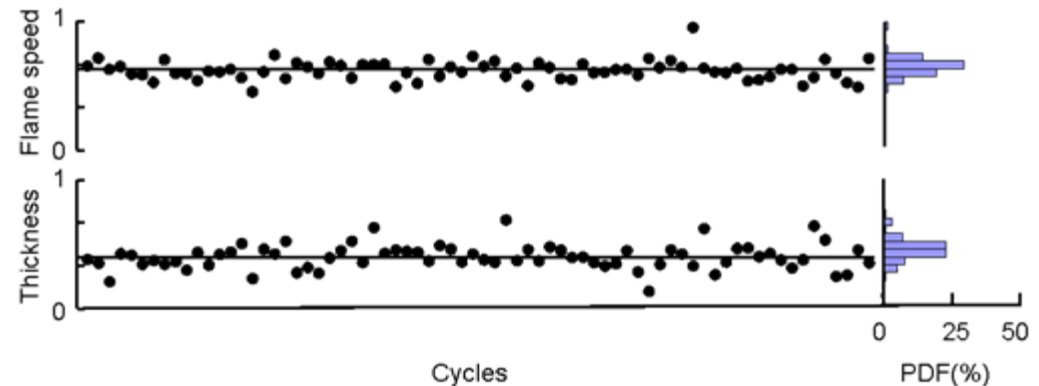
MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出

MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測

MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動

MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

火炎伝播速度と反応帯厚さの時系列変動

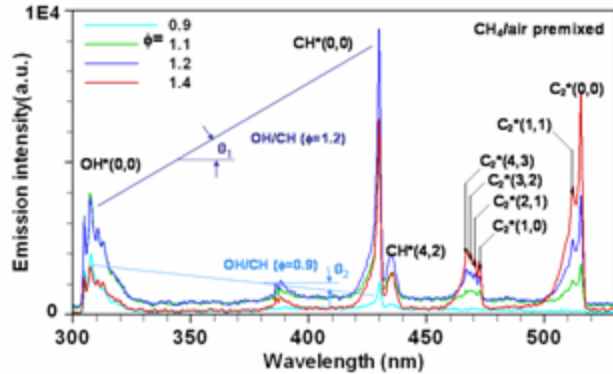


測定点に火炎が到達した時間とそのラジカルの強度、強度比から火炎面情報を取り出します。

Imagineering, Inc.

MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動

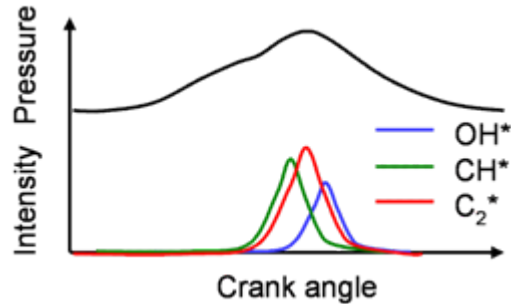
炭化水素系燃料(CH₄)火炎の発光スペクトル



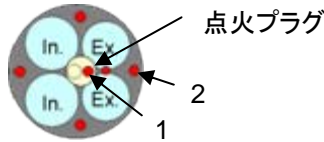
マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動**
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

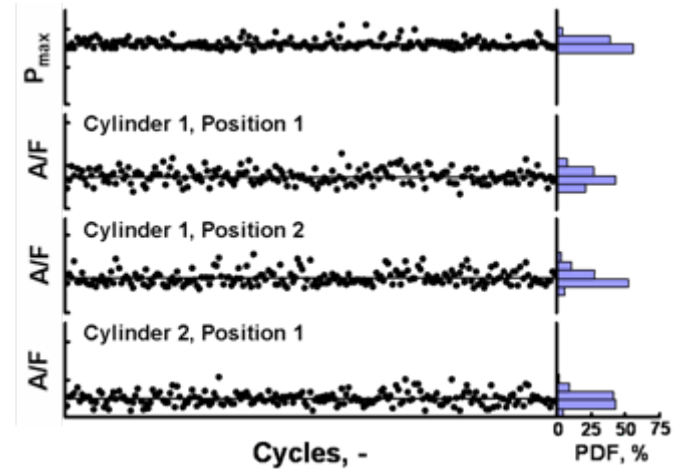
圧力およびラジカル発光波形



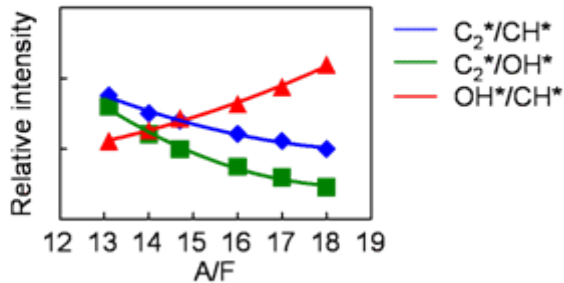
MCセンサ取り付け位置



A/Fのサイクル変動



A/Fの較正曲線

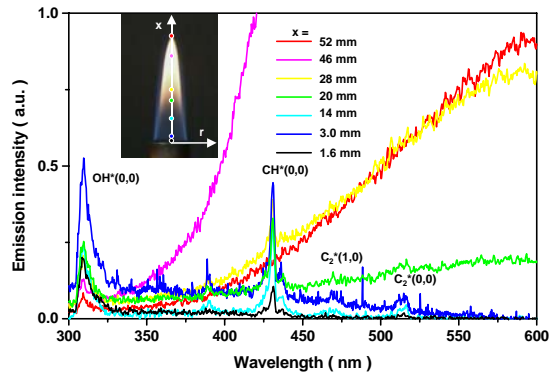


ラジカル強度比と構成曲線より、A/Fのサイクル変動計測を行います。

Imagineering, Inc.

MC-4: 混合気の均一／不均一度

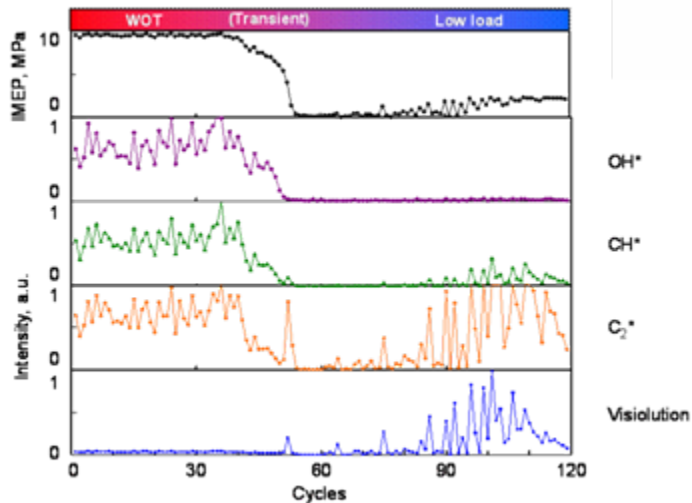
拡散火炎の発光スペクトル(CH₄)



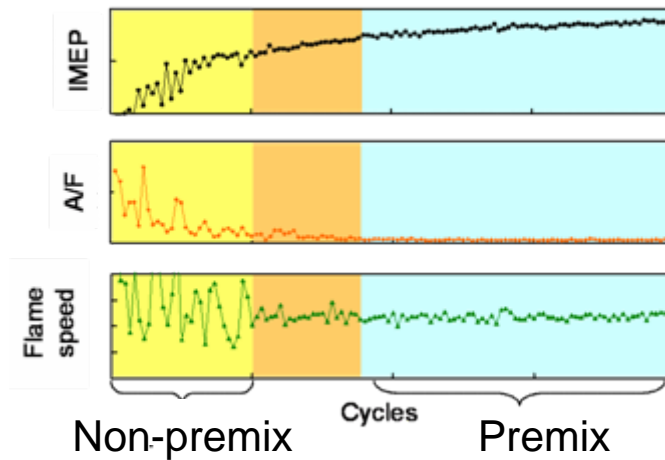
マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度**
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

IMEP、MCデータ、Visiolutionデータ比較



IMEPおよび混合気の均一／不均一度

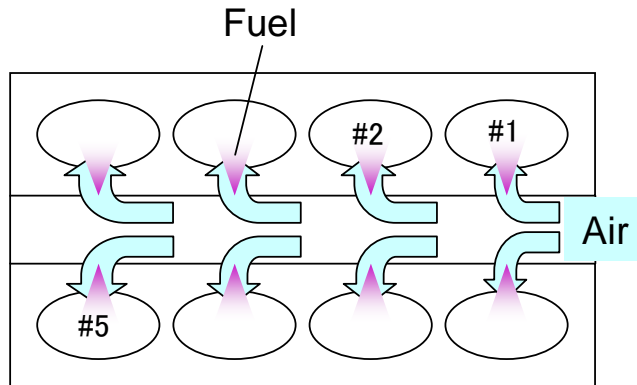


ブルー火炎と輝炎とを波長により区別します。AVLのVisiolutionとの比較を行い、93%の確率で輝炎、ススのサイクルを検知できます。トランジェント時に輝炎から安定したブルー火炎に変化します。

Imagineering, Inc.

MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動

多気筒エンジンでの計測



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

MC-1: 火炎伝播速度

MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ

MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動

MC-4: 混合気の均一／不均一度

MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動

MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動

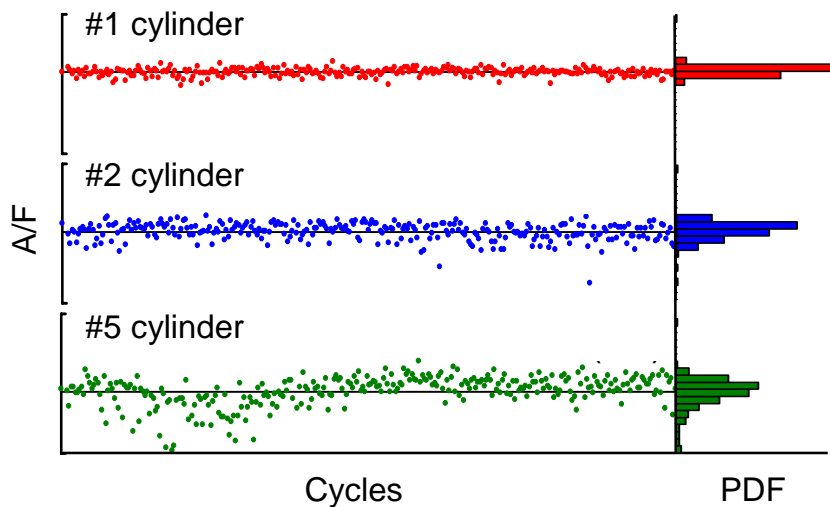
MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出

MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測

MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動

MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

IMEPおよび混合気の均一／不均一度



ラジカル強度比でA/Fを計測します。

センサーを各気筒に設置し、気筒間の混合気の混ざり度、局所のA/Fの時系列変動を解析できます。

圧力では知り得なかったサイクル変動の原因を計測できます。

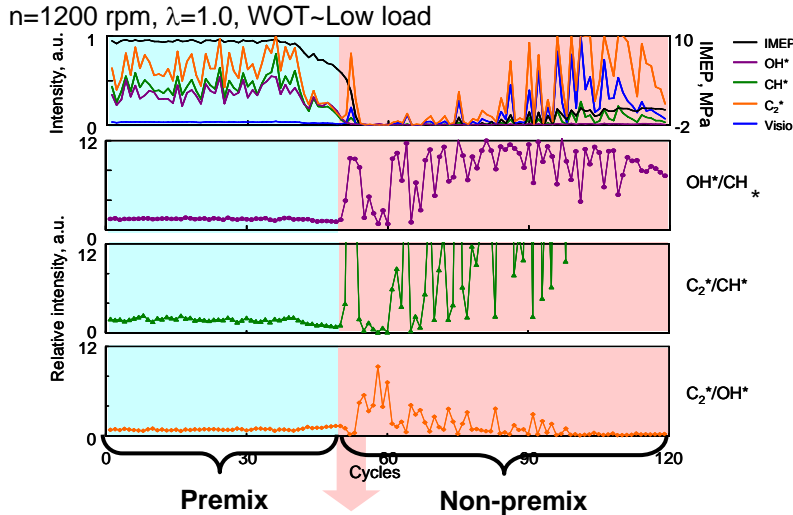
吸気、排気、バルブタイミングの最適化を図ります。

トランジェント時の混合気形成のばらつき度を低減を図ります。

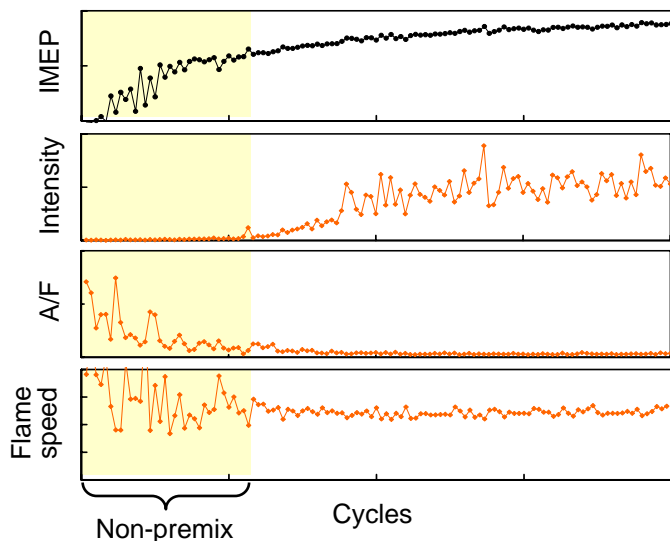
Imaging, Inc.

MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動

トランジェント時のIMEPおよびA/F、火炎伝播速度変動

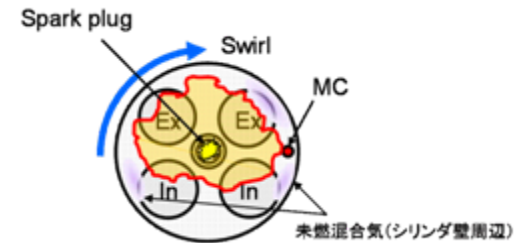


Radical information can be a good indicator of mixture quality evaluation. (premix or Non-premix)



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動**
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析



トランジェント時の燃料混合気のばらつき、火炎速度のばらつき、燃え残り等を定量化し、出力向上と輝炎の発生を低減します。

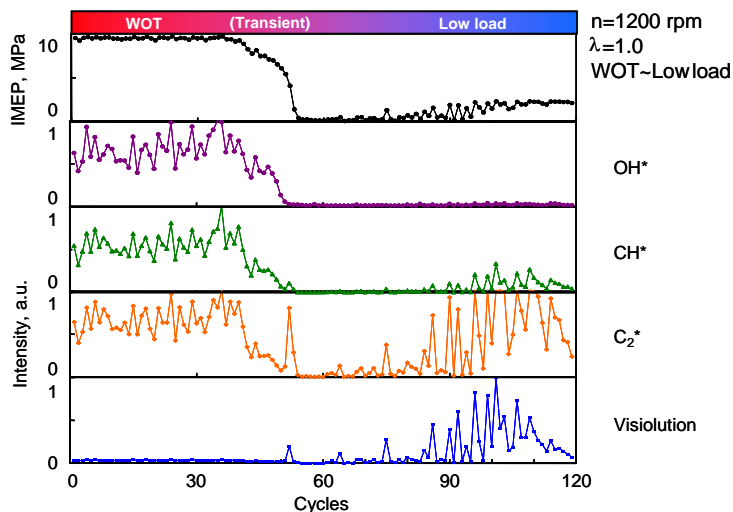
プラグ周りの混合気とシリンダ外周の混合気の差異を低減します。

圧力信号では見られないトランジェント時の燃焼状態を診断します。

Imagineering, Inc.

MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出

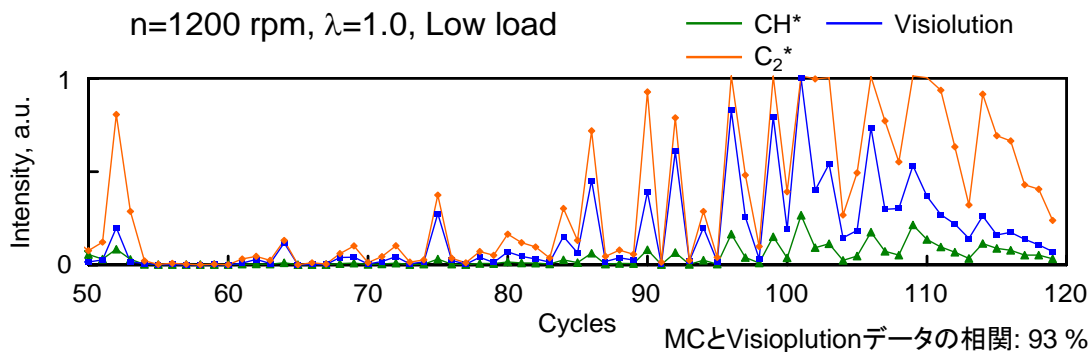
IMEP、MC、VisioKnockデータ



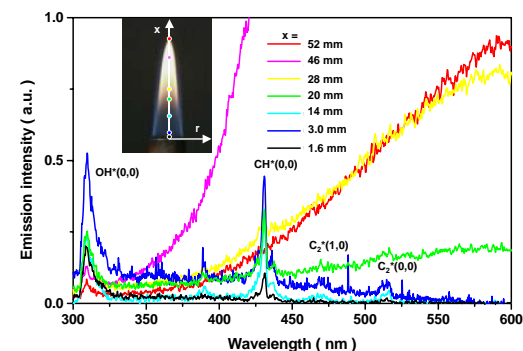
マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出**
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

MCおよびVisioKnockデータ比較



拡散火炎の発光スペクトル(CH₄)

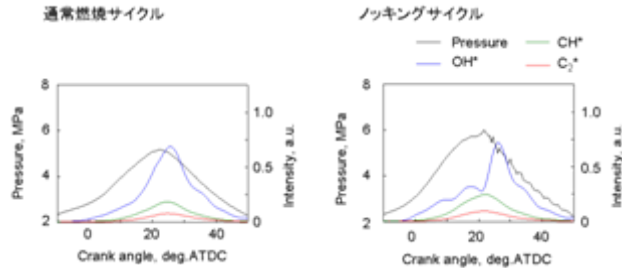


輝炎とC₂ラジカル強度は93%の相関があります。C₂を見ることでススの生成サイクルと輝炎の検出が可能になります。混合気の最適化に役立ちます。

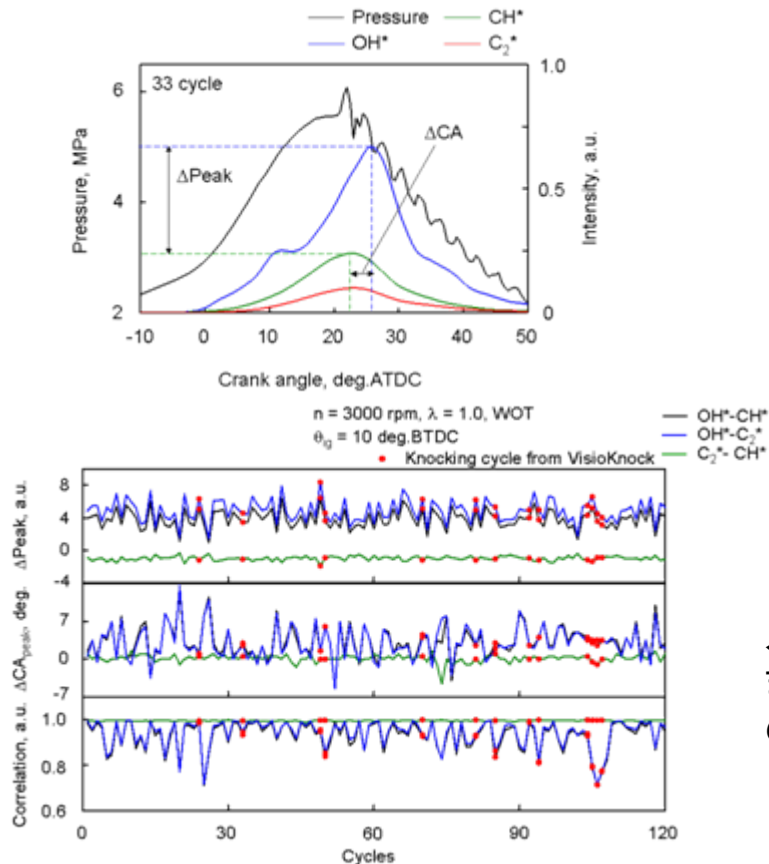
Imagineering, Inc.

MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測 (1)

圧力および発光波形



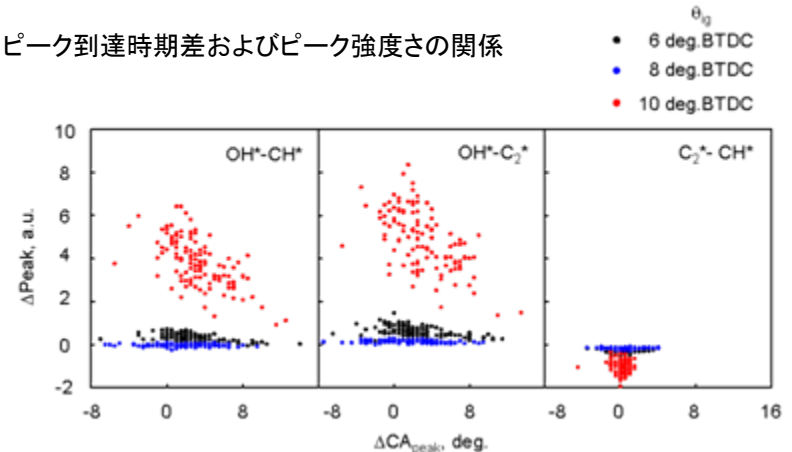
各ラジカル発光ピークとピーク到達時期の差



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測**
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

ピーク到達時期差およびピーク強度さの関係

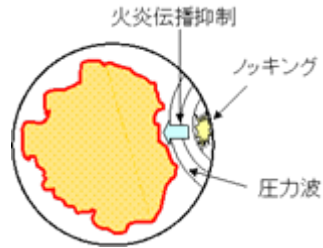
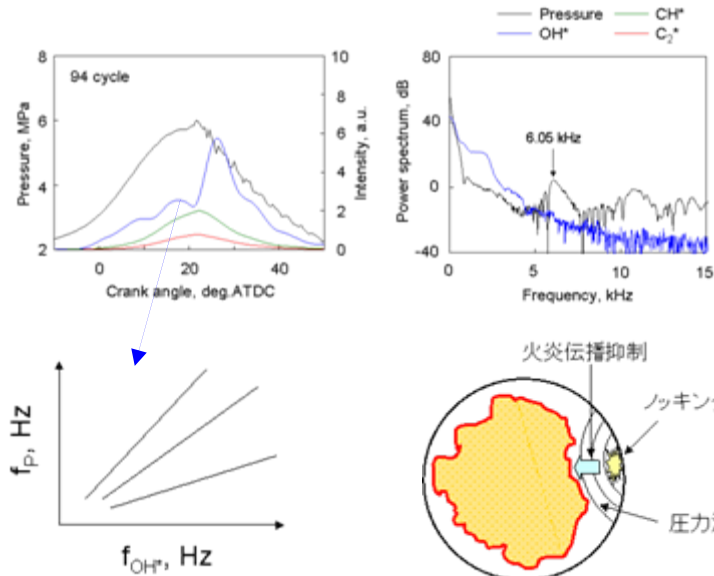


ノック時のOH波形のピーク強度は安定燃焼より強くなります。また、他のOH、C₂より高速に伝搬します。その差異より、ノックの検出を行います。

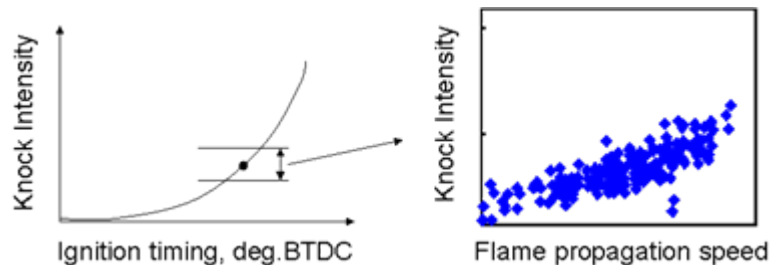
Imagineering, Inc.

MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測 (2)

ノック発生サイクルの圧力およびOH*振動周波数



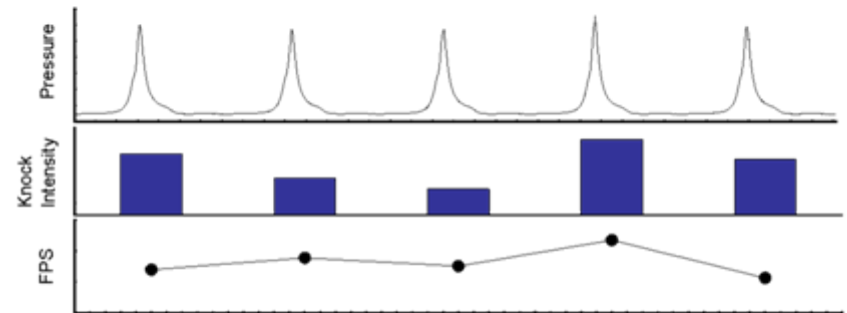
ノック強度と火炎伝播速度



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一／不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測**
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

ノック強度と火炎伝播速度の同時計測

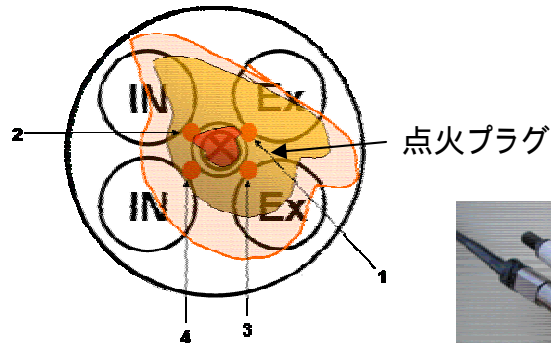


ノック発生時の火炎伝播速度を検出し、相関を時系列処理します。運転条件拡大、ノック阻止法を検討します。

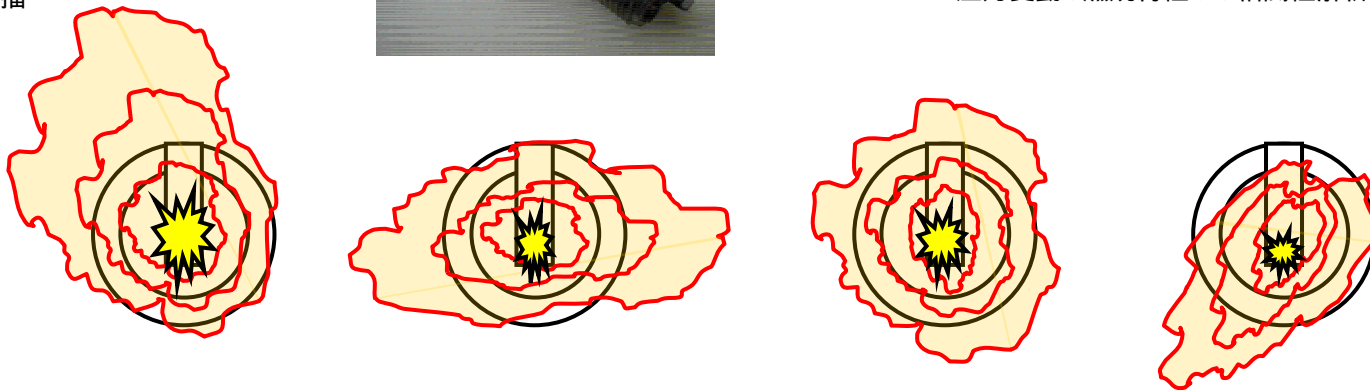
Imagineering, Inc.

MC-9: 初期火炎核形成特性と火炎の広がり変動

多点SPセンサ計測位置



初期火炎伝播



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

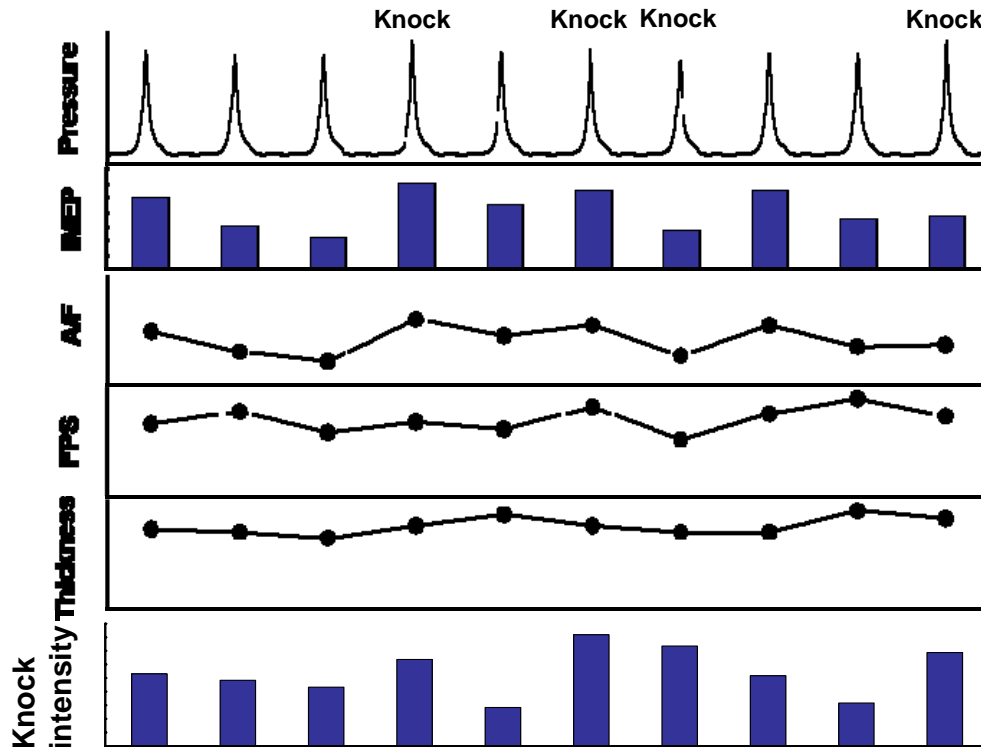
- MC-1: 火炎伝播速度
- MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ
- MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動
- MC-4: 混合気の均一/不均一度
- MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動
- MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動
- MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出
- MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測
- MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動**
- MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

初期火炎核の安定化、混合気のばらつきと火炎伝搬のばらつきを図ります。トランジェント、負荷変動時、回転数変化等の条件下での安定着火、混合気の安定供給を図ります。

Imagineering, Inc.

MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

圧力波形および燃焼特性



マイクロカセグレンシステムで計測・解析可能な項目

MC-1: 火炎伝播速度

MC-2: 火炎帯内ラジカル反応厚さ

MC-3: 局所A/F(プラグ周り、シリンダ壁近傍)、サイクル変動

MC-4: 混合気の均一／不均一度

MC-5: 気筒間の混合気、A/F変動

MC-6: トランジェント時のプラグ周りのA/Fと混ざり度変動

MC-7: 輝炎発生サイクル、スス生成サイクルの検出

MC-8: ノック強度と火炎伝播速度の同時計測

MC-9: 初期火炎核形成度計測と火炎の広がり変動

MC-10: 圧力変動と燃焼特性との相関性解析

従来、圧力データのみでエンジン状態の解析が行われてきました。しかし、圧力は燃焼の結果としての値であり、その変動因子は制御可能で有ります。

ノックの発生前後の火炎伝播速度変動、

混合気変動と局所熱発生の関係、

燃焼変動の原因は混合気、吸気、排気、バルブ、燃料噴射、点火時期のどれかを明確化

Imagineering, Inc.