

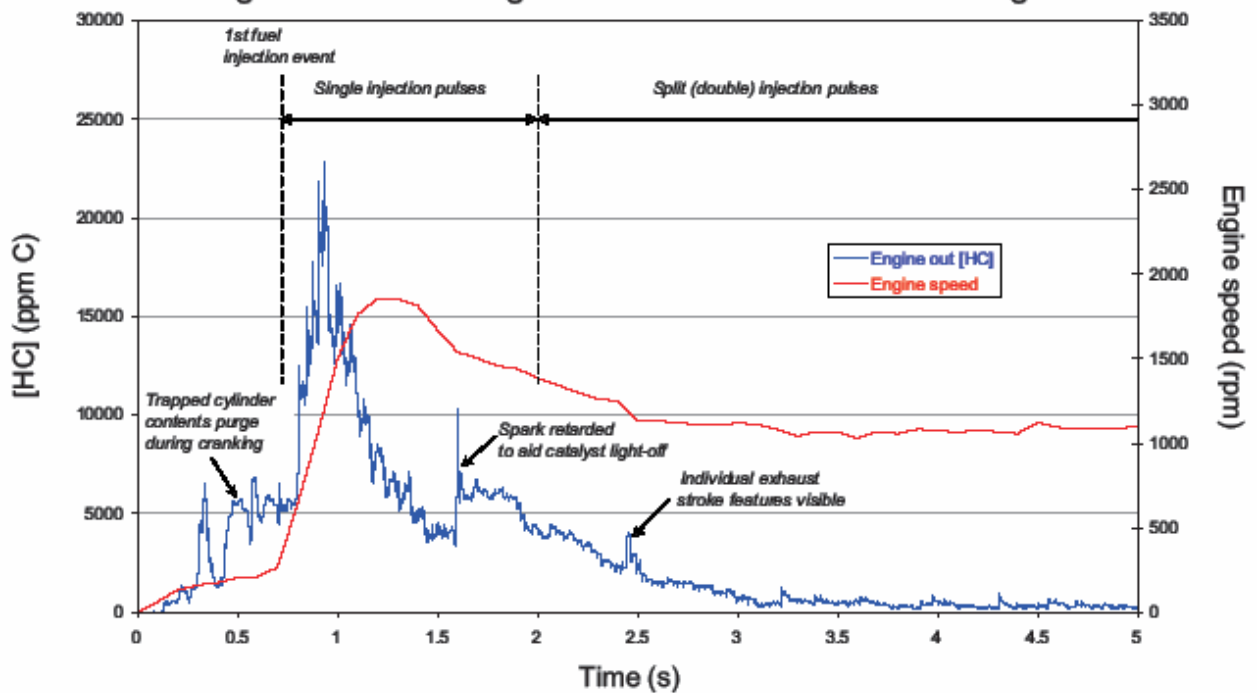
# CAMBUSTION

## 高速応答型エミッションガスアナライザ

エミッション研究のコスト低減を目的とした

### HC, NO<sub>x</sub>, CO & CO<sub>2</sub> 成分の排ガス測定

Engine out HC during cold start on a 1.6 Liter GDI engine



- ダイレクトエキゾースト計測(CVS トンネル不要)
- 毎サイクル計測に適したミリ秒の応答性
- ガソリン, 軽油および代替燃料に対応
- 機器類の統合を可能にする AK  
 プロトコル装備(オプション)
- 低温室実験( - 20°C まで)



### 従来の排ガス分析計

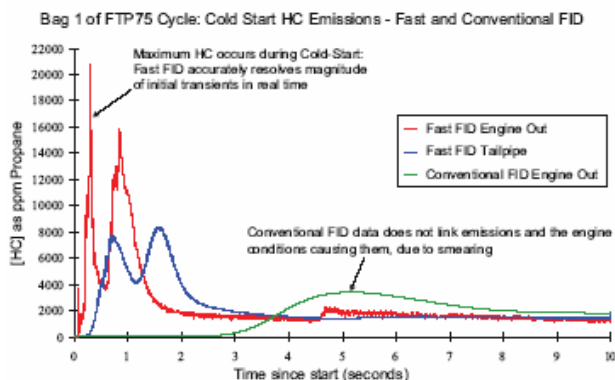
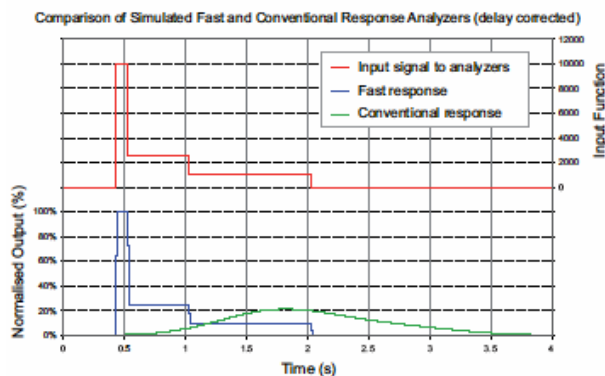
エンジンの研究やキャリブレーションに従事する研究者は、ファイアリングエンジン内部で起こる複雑なプロセスを深く理解し、エミッション規制や排気後処理システムに適合させるエンジンを開発するため、過去 30 年間に渡って排ガス分析計を使ってきました。

HC, NO<sub>x</sub> および CO/CO<sub>2</sub> 計のような従来型のガス分析計は、どれも応答性 (T10-90%) が約 1 秒でした。一般に LD エンジンは、1 秒間に 10 回以上の点火サイクルを行うため、このようなアナライザでは平均濃度の情報しか得られませんでした。エンジンの研究開発や最適化を行うには、急速に状態が変化する各点火サイクルを識別することが望まれます。

過渡状態の測定を精度良く捉える重要性は、規制されたエミッションサイクルが、とりわけ NRTC モードや WHTC モードで事実上、より過渡になりつつあるということです。

### 応答性

連続的に変化する濃度を解析する分析計の能力は、主にその応答性によって決まります。すなわち、濃度のステップ変化に追従する時間をいいます。次に示すグラフは、低温始動時等で起こり得る濃度の急変時における、従来型のガス分析計と高速応答型分析計で得られた応答性の違いを示したものです。



従来型の分析計では濃度の急変を識別するのに苦労します。このように短時間で起こる現象を捉えるには実用性に限界があっても、極めて重要なエミッションの発生部分であることは事実です。高速応答型の分析計は、1987年にケンブリッジ大学から独立して確立したものとなり、

業界標準的な排ガス分析計の高速バージョンとして開発されました。最初は研究用のアナライザとして開発しましたが、エンジンのキャリブレーションや、実験室におけるエミッションおよび燃費の低減等のルーチンアプリケーションにも、着実に広まっています。

Cambustion が提供するガスアナライザは、認証用のガスアナライザと同じ原理を採用していますが、緻密なサンプリング回路の設計により、1000 倍以上の応答性が達成できる場所です。この特許を取得した手法は、排気バルブ直後のような高温且つ圧力が急変する位置でも、エンジンのエキゾーストでダイレクトに計測できる場所です。またこれらのガスアナライザは、圧力の低い吸気側でもサンプルできることです。

従来の古典的な検出方法を採用しています：HC 計は水素火炎イオン化検出器 (FID)、NO<sub>x</sub> 計はケルミンネセンス (CLD)、そして CO/CO<sub>2</sub> 計には非分散赤外線方式 (NDIR) を採用しています。

原理の詳細については、以下の URL をクリックして下さい。 [www.cambustion.com/products/gas](http://www.cambustion.com/products/gas)



プローブを実装状態で自動キャリブレーション、およびコントロールする Cambustion のガスアナライザすべては、ガスポンベのスパンガスを使って自動キャリブレーションを行います。キャリブレーションアダプタは、エンジンを回したまま、プローブを取り付けた状態でのキャリブレーションを可能にし、必要に応じて各テストの前後に自動でリフトやゼロのチェックを行います。

### CVS を必要としないダイレクトサンプリング

Cambustion が提供するすべてのガスアナライザは、インテークマニホールドと同様、エキゾーストシステムの場合を問わず、ダイレクトサンプリングを行うことが可能となります。エンジンの排ガス流量 (実測値、または計算値) と瞬時ガス濃度の積算を行うことは、CVS トンネルとバッグサンプリング装置を用いることなく、サイクル (バッグ) エミッションの計算が可能となります。また Cambustion のガスアナライザは必要に応じて、CVS トンネルからサンプリングすることもできます。

### エンジンベンチの統合性

Cambustion が提供するすべてのガスアナライザは、共通の AK プロトコルをサポートし、自動モニタリングやコントロールを行う既存エンジンベンチとの統合性を容易にしています。

# CAMBUSTION

## 様々なサンプリング方式に対応可能

### エキゾーストサンプリング

標準仕様のサンプリングプローブは、ターボチャージャ下流側の如何なるポイントからでも、エキゾーストガスのサンプリングを可能にします。このサンプルプローブは、排気弁と、ターボチャージャ間の測定に使用することもできます。

それぞれのガスアナライザは通常、2チャンネル仕様の同時測定用として構成され、各シリンダ間のバラツキや、EGR システムの特性化、および排気後処理システムの過渡的な処理効率や、ストレージ特性の評価等にも利用できます。

### シャシーダイナモメータ

Cambustion が提供するこれらのガスアナライザには、長尺のサンプルラインを取り付けることもでき、車両床下のエキゾーストシステムへの接続や、エンジンルームの制約されたスペースへの取り付けも容易にします。



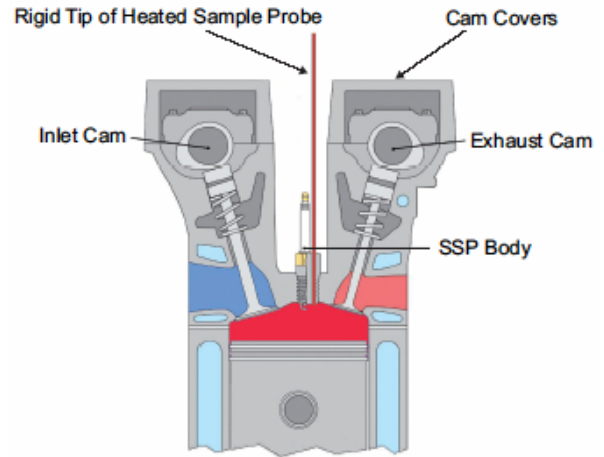
### インテークマニホールド / ポート

Cambustion のガスアナライザは、EGR 測定や、揮発性エミッションをトラップするキャニスタの、パージを行うアプリケーションに対応したインテークサンプリングを行うこともできます。

### インシリンダ

特別なサンプルプローブを使ったシリンダ内のガス測定では、シリンダ内の残留ガス濃度や、HC 濃度測定等を行うことができます。サンプリング・スパークプラグ (SSP) アダプタを用意しているため、プラグ電極分でのダイレクト測定ができます。ラインナップが豊富な SSP の中から、本来の点火プラグと等価なものに適合することができます。

## Fast Response Gas Analyzers



### 氷点下におけるテスト

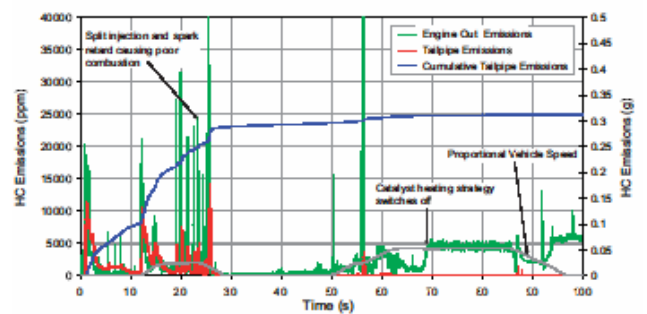
オプションの加熱アナコンダと、サンプルヘッドの断熱カバーを使えば、-20 またはそれ以下の温度に制御された実験室でのテストができます。

### アプリケーション

冷間始動時の燃料キャリブレーションや、低温対策を施したガソリンエンジンでは、混合気の生成過程や空燃比コントロールの難しさで苦しむことがままあります。液体燃料を使用する場合、とりわけエタノールのような低揮発性燃料では、これらの制御が極めて複雑なものとなります。Cambustion のガスアナライザは -20 以下でも測定できるため、低温室における燃料供給の最適化を行うことができます。

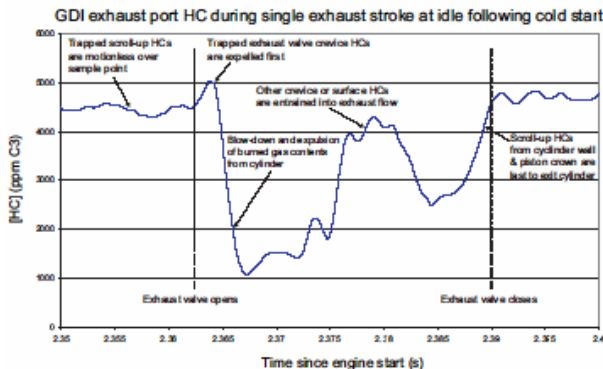
低温始動時にガソリンエンジンから排出される HC エミッションは、各ファイリングサイクルで大きく変化します。現時点における UEGO センサの制約では、センサ表面で HC の酸化が起こると出力が不正確となります。

従来のエミッションアナライザでは、応答性や分解能の不足により、このような急速な濃度変化を識別することはできません。



上記のグラフは、Euro 4 に適合した GDI 車両の排出 HC エミッションを示したものです。30 秒以内で触媒が点火するため、ドライブサイクルに寄与する HC エミッションは主に、これ以前のところで発生していることがわかります。これらの 30 秒間にシリンダ内部の状態は、急速に変化しています (マニホールドポンプの影響が落ちる、残留燃料のビルドアップ、スプリット噴射や点火遅延の対策と同様、シリンダ内の壁温等)。

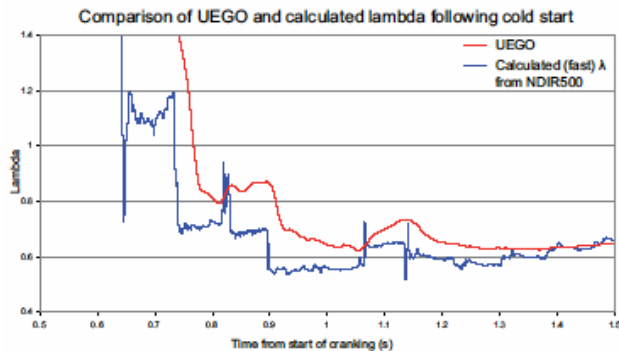
約 1 ms の応答性を有する Cambustion の HC アナライザは、各ファイアリングサイクルからトータル HC への寄与率につき、貴重な情報をもたらします。



このグラフはとりわけ冷間始動時の興味ある部分で、エンジンアウトのエミッションが触媒の恩恵に授かれずテールパイプに吹き抜けているところです。

## 低温始動時の空燃比(AFR)測定

UEGO センサによるエキゾースト空燃比の測定は、冷間始動時のように、センサの周囲に多量の HC 成分があると信頼できない結果となります。これが冷間始動時のキャリブレーションで、UEGO センサをツールとして効果的に使用できない理由となっています。更に燃焼空燃比は、燃焼による発熱が燃料の蒸発を促進するため、ファイアリングサイクル毎に激しく変化します。



Cambustion が提供する CO/CO<sub>2</sub> アナライザは、各ファイアリングサイクルにおける燃焼ガス中の CO/CO<sub>2</sub> 濃度を測定できるため、各サイクルでの正しい燃焼ラムダを計算できます(燃焼後の蒸発燃料を除く)。この燃焼ラムダ情報を、触媒が活性化する前の冷間始動時における、大幅に HC エミッションの低減させるチューニングに利用できます。

## ハイブリッドやホットスタート

ハイブリッド技術は、エミッション規制の要求に暖機後の暖機再始動を加え、直面している多くの問題点は、Cambustion のガスアナライザを利用し、低温始動と同様の手法を使って効率よく調査・解明することができました。

## Fast Response Gas Analyzers

### 代替燃料

エタノールや LPG のような代替燃料は、異なる低温始動のキャリブレーションを必要とします。特にエタノールの揮発特性はガソリンに比べて大きく異なるため、別の始動方法が必要となります。Cambustion が提供する高速 HC、CO/CO<sub>2</sub> アナライザは、代替燃料をキャリブレーションするのに、あらゆるところで使用されています。

### 揮発性エミッションのパーズ

エンジンの作動中に揮発性エミッションを放出するキャニスタのパーズでは、大量のガソリンを吸入空気の中へ加えることとなります。この燃料を ECU で補正しても、気筒間の混合気分配はラムダ変動の原因となることがあります。高速応答特性の HC アナライザは、このパーズによる HC 分配の均一性を確認するのに、吸気マニホールドからサンプルすることができます。

### 吹き抜け - 2 サイクルエンジン

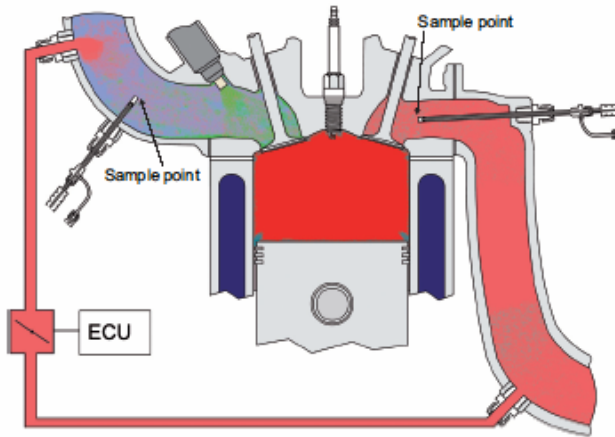
クランクケース掃気型の 2 サイクルエンジンは今まで、吸排気のオーバーラップ中に、吸気から排気へダイレクトに吹き抜ける混合気濃度の状態を参照していました。このオーバーラップ期間は実質上、残留ガス濃度が低くなっていますが、排気を通して吹き抜ける未燃混合気は、非常に高い HC 濃度となっています。高速応答の HC アナライザは応答性が速いが故、排気ポートのガスをダイレクトに測定できたため、燃焼ガスと吹き抜ける混合気を識別することができます(相対的に高濃度なクレビスからの HC も含む)。

### 吹き抜け - ターボ/VVT 搭載 2,4 サイクルエンジン

ターボ付き GDI エンジンのバルブオーバーラップは、吸気バルブから排気バルブへストレートに新規のエアを流せるようになっています。このアクセスエアが、UEGO センサで計測する燃焼ガス空燃比を狂わせる原因となります。Cambustion が提供する高速応答 CO/CO<sub>2</sub> アナライザ(NDIR500)を排気ポートに取り付けて行う計測は、この吹き抜けの計測を可能にします(排気の CO<sub>2</sub> 濃度レベルから、吸気レベルまでの立ち下がりを観測することで)。燃焼ガス中の CO/CO<sub>2</sub> 濃度計測から、真の燃焼空燃比を計算することもできる。(「Cold Start Air Fuel Ratio Measurement」のアプリケーションノート参照)。

### 過渡 EGR の遅れ、不均一分配とリーク

Cambustion が提供する NDIR500 は、エキゾーストおよびインテークマニホールド/ポートから、ガスをサンプルすることができます。このような位置で同時 CO<sub>2</sub> 測定を行うと、サイクル毎の EGR 率を計算することができます。あるいはインテークポート数箇所における同時サンプリングを行って、各シリンダ間の EGR 分配をモニタすると、過渡時におけるかなりの不均一性を示していることも観測できます。



EGR 制御の問題は、とりわけ過渡状態で多量の NO<sub>x</sub> エミッションを生成する原因となることがあります。このような問題は高速応答 NO<sub>x</sub> 計 (CLD500) を使うと、効果的に原因箇所を突き止めることができます。この CLD500 は、各シリンダ間の NO<sub>x</sub> 変動測定と同様、特定シリンダから排出される NO<sub>x</sub> エミッションのサイクル変動を明らかにすることができます。

NDIR500 を使った外部 EGR 率の測定は、EGR システムを暫く使用した後に問題となることがある、EGR バルブのリークを検出することができます。

## トータル残留ガス測定 - インシリンダサンプリング

高速応答 CO/CO<sub>2</sub> 計 NDIR500 は、実働エンジンのシリンダ内からガスサンプルでき、各サイクルの残留ガス成分組成を計測することができます。この手法は、EGR や VVT のキャリブレーション、およびエンジンモデルの見直し等に有用なアナライザとなります。



またサンプリングスパークプラグ (SSP: 写真) を使った高速 HC 計測を行うこともできます。この SSP は主に低温始動の際に問題となる、プラグ電極部での着火可能混合気を作る、GDI エンジンの開発用として使われています。

ディーゼルエンジンでは通常、グロープラグのポートを通してシリンダ内にアクセスします。

## Fast Response Gas Analyzers

### ガスタービンの燃焼:

高速応答 HC 計 HFR500 は、再点火やタービンとコンバスタ間の高周波干渉を含む、ガスタービン燃焼器の性能や安定性の研究用として使われています。

### アプリケーションノートと技術資料:

様々なアプリケーションノートや、SAE ペーパーに関連した資料のリンクは、次の URL から入手できます：  
[www.cambustion.com](http://www.cambustion.com)

### その他の製品とサービス関連

#### 微粒子計

Cambustion は粒子数、粒径およびマス等を測定する、一連のエンジン計測向け微粒子計を製作しています。この装置は、法規制のシステムに較べて応答性の優位性を有しています。詳細については、以下の URL をご参照下さい：  
[www.cambustion.com/products/particulate](http://www.cambustion.com/products/particulate)

#### DPF のテストシステム

Cambustion が提供する DPG は、ディーゼル・パーティキュレートフィルタ (DPF) のテストを、研究開発や品質管理の両面から、正確、且つ再現性の要求に応えたテストシステムです。スート (煤) の生成にはディーゼル燃料 (軽油) を使用し、自動でスートのロードや再生、および LD や MD ディーゼル車を対象とした DPF の、より高度なテストを行うことができます。詳細については、以下の URL をご参照下さい：  
[www.cambustion.com/products/dpg](http://www.cambustion.com/products/dpg)

#### 点火プラグ抵抗測定モニタ

Cambustion が提供する点火プラグ抵抗測定モニタは、エンジンの実働状態で点火プラグの電気抵抗を測定することができます。このモニタはとりわけ、点火プラグの「かぶり」を研究するのに有用なツールとなります。詳細については、以下の URL をご参照下さい：  
[www.cambustion.com/products/spr100](http://www.cambustion.com/products/spr100)

#### エンジニアリングサービス

Cambustion のワークショップには、エンジンダイナモメータやシャシーダイナモメータを備えています。世界各国から依頼されるエミッション計測や、エンジン開発のテストサービスも提供しています。詳細については、以下の URL をご参照下さい：  
[www.cambustion.com/engineering-services](http://www.cambustion.com/engineering-services)

#### ワールドワイド代理店

Cambustion の製品は、世界中の 25 ヶ国で毎日使われています。

各国の代理店は、中国、インド、日本、韓国および北米 (欧州は UK オフィスによるサポート) 等にあり、テクニカルおよびサービスサポートは迅速で好評を得、製品の改良を常に行い、顧客の要求に応えるアプリケーションの研究に心掛けています。

主な仕様:

	HFR500 HC analyzer	CLD500 NO <sub>x</sub> analyzer	NDIR500 CO & CO <sub>2</sub> analyzer
測定原理	水素炎イオン化検出器	ケミルミネッセンス	非分散赤外線分析計
測定成分	Total Hydrocarbons (THC)	NO NO <sub>2</sub> (with NO <sub>2</sub> converter)	Carbon monoxide (CO) Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )
チャンネル数	2	2	2
測定レンジ	0-2000 to 0-1,000,000 ppm C1	0-100 ppm to 0-5,000 ppm (extendable)	0-5%, 0-10%, 0-15% and 0-20%
応答性 (T <sub>90-10</sub> %) サンプルラインの長さに依存	0.9ms	2ms 8ms with NO <sub>2</sub> converter	8ms
ゼロドリフト	<1%FS / hour	<5ppm / hour	<2% FS / hour
スバンドリフト	<1%FS / hour	<1%FS / hour	<2% FS / hour
サンプル流量 (バイパス流量含む)	6 litres per minute (1 bara)	6 litres per minute (1 bara) 4lpm with NO <sub>2</sub> converter	6 litres per minute (1 bara)
出力	Analog 0-10V, 47Ω		
所要電源電圧	50/60Hz 100-240VAC		
最大電力(一相当たり)	1.7kVA	2.6kVA	1.7kVA
供給ガス圧力	2 bar gauge		
所要ガス	40% H <sub>2</sub> /He fuel HC span gas Zero air N <sub>2</sub>	NO span gas NO <sub>2</sub> span gas Zero air N <sub>2</sub>	CO span gases CO <sub>2</sub> span gases N <sub>2</sub>
キャビネット寸法	(w x d x h) 600 x 800 x 1020mm including wheels		
総重量 (真空ポンプ含む)	125 kg	150 kg	125 kg
使用運転温度	0 - 40°C. Sub-zero sampling option available		
電源ケーブル長	10 metres (detector to cabinet). Custom lengths available		
PC との接続方法	RS232 or RS485		
暖機時間(分)	20	40	30
外部接続用インターフェース	AK protocol & analog outputs, digital remote control		

販売元 , テクニカル サポート

**SOKKEN**

株式会社 司測研  
 本社: 東京都世田谷区玉堤 1-19-4  
 TEL: 03-3703-4391  
 FAX: 03-3705-0756  
 email: cambustion@sokken.co.jp

総輸入元 **森村商事株式会社**  
 金属事業部金属1部



本社  
 東京都港区虎ノ門1-3-1 森村ビル  
 TEL: 03-3502-6446  
 FAX: 03-3502-6427  
 email: cambustion@morimura.co.jp