

## Application Note

# LD20-08

## HyDetek システムソリューションを使用した 燃料電池用 UHP 水素中の微量不純物の測定



### パワーをゼロエミッションにシフトする:

水素燃料電池は、ディーゼルおよびバッテリーシステムと比べて信頼性があり、二酸化炭素排出量が少なくなっています。

水素燃料電池は、燃料(水素)と酸化剤(多くの場合、酸素)の化学エネルギーの変化を 1 対の酸化還元反応を利用して電気エネルギーに変換する電気化学セルです。

燃料電池にはさまざまな種類があり、これらはすべて等しく一般的な方法で機能し、アノード、電解質、およびカソードの 3 つの隣接するセグメントで構成され 3 つの異なるセグメントの界面で 2 つの化学反応が発生します。2 つの化学反応により、燃料が消費されて水が生成され、電流が生成されます。これは、通常、負荷と呼ばれ電気機器に電力供給に使用されます。

燃料電池の耐久性と性能品質を維持するには、使用する水素が ISO 14687 パート 2 に準拠しているもので、ガスシリンダーボトルに記載されている汚染物質の許容限度を厳守して測定して下さい。

A Company of

構成要素	化学物質	限界	検討が必要な 研究試験方法と開発要件	最小分析 検出限界
水素燃料指標	H <sub>2</sub>	>99.97%		
非水素、非ヘリウム、 非粒子状 成分の合計許容量 *下記成分		100		
<b>各成分の構成要素の許容限度</b>				
水 <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> O	5	ASTM D7653-10, ASTM D7469-10	0.12
全炭化水素 <sup>0</sup> (C <sub>1</sub> 基準)		25	ASTM D7675-11	0.1
酸素	O <sub>2</sub>	5	ASTM D7649-10	1
ヘリウム		300	ASTM D1945-03	100
窒素、アルゴン	N <sub>2</sub> ,Ar	100	ASTM D7649-10	5
二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	2	ASTM D7649-10, ASTM D7653-10	0.1
一酸化炭素	CO	0.2	ASTM D7653-10	0.01
硫黄		0.004	ASTM D7652-11	0.00002
ホルムアルデヒド	HCHO	0.01	ASTM D7653-10	0.01
ギ酸	HCOOH	0.2	ASTM S7550-09, ASTM S7653-10	0.02
アンモニア	NH <sub>3</sub>	0.1	ASTM D7653-10	0.02
ハロゲン		0.05	(work item 23815)	0.01
微粒子		1mg/kg	ASTM S7650-10, ASTM D7651-10	0.005 mg/kg

この水素燃料品質基準の目的は、プロトン交換膜(PEM)燃料電池車(FCV)用のすべての商用水素ステーションの水素燃料品質要件を指定することです。

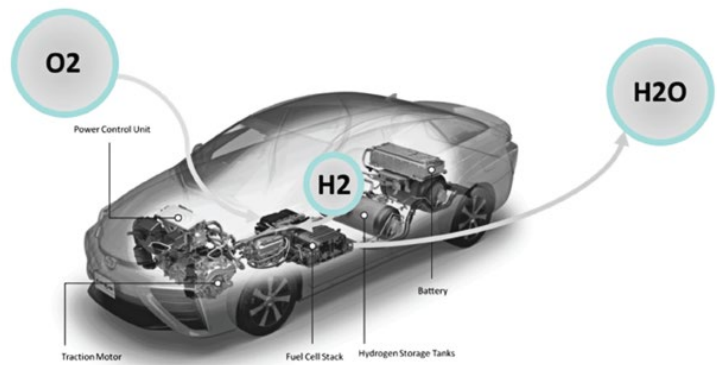
**アプリケーション:**

**パワー**

固定燃料電池は、商業用、産業用、住宅用の一次発電およびバックアップ発電に使用されます。燃料電池は、航空宇宙産業、遠隔気象観測所、都市基幹公園、大規模公園、国営公園、通信基地、研究施設を含む、遠隔施設および特定の軍事用途での電源として非常に役立ちます。水素を利用した燃料電池システムは、コンパクトで軽量であり、可動部品が少ないのが特長です。

**輸送**

水素自動車は、水素燃料を動力として走る自動車です。水素自動車には、乗用車、大型自動車、バス、フォークリフト、電車、ボート、飛行機、潜水艦、ロケットなどが含まれます。このような車両の動力部は、一般的に内燃機関で水素を燃焼させるか、燃料電池で水素を酸素と化学反応させて電気モーターを作動させて水素の化学変換エネルギーを機械エネルギーに変換します。また、汚染物質として水蒸気のみを排出するためエコです。



**水素アプリケーション:**

水素は、元素として地球上に豊富に存在しています。ほとんどの場合、水(H<sub>2</sub>O)やメタン(CH<sub>4</sub>)などの別物質の一部として検出されるので、燃料電池電気自動車で使用するために純粋な水素(H<sub>2</sub>)に分離する必要があります。

水素は、化石燃料(石油)、バイオマス燃料、電気による水の電気分解を利用するなど、多様な国内資源から生成することができます。水素の地球環境への影響とエネルギー効率、水素の生成方法によって異なります。

現在では、ほとんどの水素が天然ガスから生成されています。水素燃料電池技術研究施設では、再生可能な資源から水素を生成するさまざまな方法を模索しています。ここでは、水素燃料電池用の水素を製造するために使用される最も一般的な技術である、(NG 分解)改質と水の電気分解について説明します。

**天然ガス改質を利用した生産**

天然ガスの改質は、既存の天然ガスパイプライン供給インフラ基幹システムに基づいて構築された成熟した生産プロセスです。現在では世界で生産される水素のほとんどが大規模中央プラントでの天然ガス改質から生産されています。これは、短期間で水素を生産するために重要な技術です。

**どのように機能しますか？**

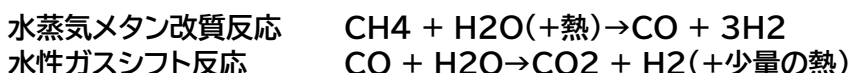
天然ガスには、蒸気メタンの再形成や部分酸化などの熱プロセスで水素を生成するために使用されるメタン(CH<sub>4</sub>)が含まれています。

### 水蒸気改質とメタン改質

現在主流となっている水素の生産方法は、天然ガスや石油などのメタン源から水素を生成する方法です。安価で製造が行えることから既に成熟された手法であり、高温蒸気下(700°C~1,000°C)で水蒸気とメタン源を反応させて水素を生成します。

水蒸気改質とメタン改質では、メタン源は高温の触媒を介して圧力 3~25bar で水蒸気と反応し、水素や一酸化炭素および少量の二酸化炭素を含むガスを発生させます。

水蒸気改質は、吸熱反応です。つまり、反応を促進させるにはプロセスに熱を供給する必要があります。続いて、いわゆる「水性ガスシフト反応」では、一酸化炭素と水蒸気を触媒を介して反応させ、二酸化炭素と水素を生成します。「圧カスイング吸着法」を利用した最終プロセスでは、二酸化炭素とその他の不純物がガス流から除去され、純粋な水素が残ります。水蒸気改質は、エタノール、プロパン、さらにはガソリンなどの他の燃料から水素を生成するためにも使用されます。

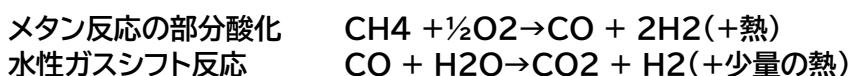


### 部分酸化改質

部分酸化改質では、天然ガスに含まれるメタン源やその他の炭化水素、重質炭化水素燃料を限られた量の酸素(通常は、空気)と混合させ、二酸化炭素と水素を生成します。

利用可能な酸素量が化学量論量よりすくない場合、反応生成物は、水素と一酸化炭素(反応に純酸素ではなく空気で行われた場合は窒素)および少量の二酸化炭素と化合物を含みます。

水性ガスシフト反応では、一酸化炭素が水と反応して二酸化炭素とより多くの水素が発生します。部分酸化改質は、発熱プロセスなので排熱現象を含みます。また、部分酸化改質は、一般的に水蒸気改質よりもはるかに高速(反応が始まるまでの時間が短い)であり、外部から熱量を加える必要がないので小型であることがメリットです。しかし、部分酸化の化学反応に見られるように、水蒸気改質よりも投入燃料の単位あたりの水素生成量が少なくなります。



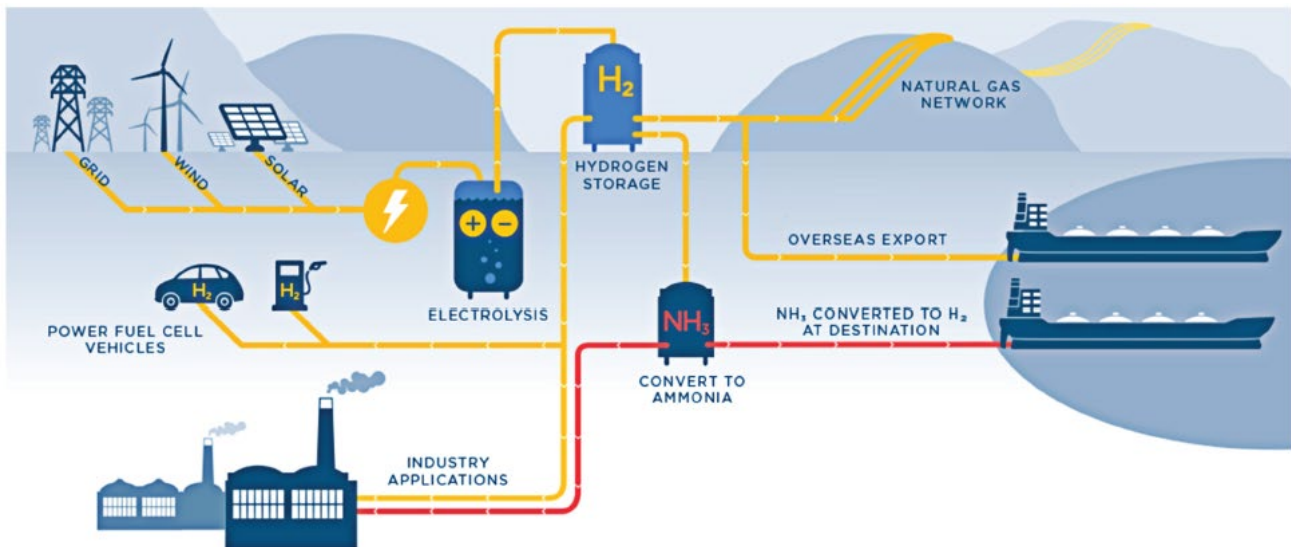
**なぜ、この手法が尊重されるのですか？**

低コストである天然ガス資源を改質することで、水素燃料電池電気自動車(FCEV)やその他の用途に水素を供給することができます。長期的に米国エネルギー省(DOE)は、天然ガス資源からの水素生産量を再生可能エネルギー、原子力、石炭(炭素回収および貯留を伴う)およびその他の低炭素資源や様々なエネルギー源から増産を実現するために研究開発を行っています。

石油燃料の使用量と排出量は、ガソリンを動力源とするガソリン車よりも低いです。FCEV テールパイプの唯一の製品は水蒸気ですが、天然ガスから水素を生成し FCEV で使用する水素を供給して貯蔵する上流プロセスであっても、最近のガソリン車と比較して、温室効果ガスの総排出量は半分に削減され、石油は 90%以上削減されています。

**水の電気分解を利用した生産**

電気分解は、再生可能資源から水素を生産するのに有効な手段です。電気分解は、電気を使用して「水」を水素と酸素に分解するプロセスで、電解槽と呼ばれるユニットエリアで行われます。電解槽のサイズは、小規模の分散型水素生産に適した小型に特化したサイズの機器から、再生可能またはその他の温室効果ガスを排出しない形態の電力に直結された大規模な中央生産施設までさまざまです。生産された水素は、産業、輸送、アンモニアとメタノールの生成用途で使用されます。



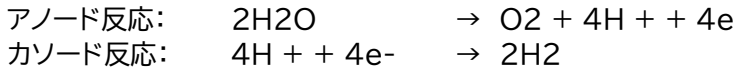
**それはどのように機能しますか？**

燃料電池と同様に、電解槽は電解質によって分離されたアノードとカソード、隔膜などから構成されています。異なる電解質は、含まれる主な電解質材料の種類が異なるため、それぞれわずかに異なる方法で機能します。

### 高分子電解質膜電解槽

高分子電解質膜(PEM)電解質は、固体の特殊プラスチック材料を使用します。

- 水はアノードで反応し、酸素と正に帯電した水素イオン(陽)を形成します。
- 電子は外部回路を通り、水素イオンは PEM を横切ってカソードに選択的に移動します。
- カソードでは、水素イオンが外部回路からの電子と結合して水素ガスを形成します。



### アルカリ電解槽

アルカリ電解槽は、電解質を介してカソードからアノードに水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が移動することで動作しカソード側で水素が生成されます。電解質として水酸化ナトリウムまたは水酸化カリウムの液体アルカリ溶液を使用した電解質は、市場で広く使用されています。固体アルカリ交換膜を電解質に使用した方法は、実験室用途で有望です。

### 固体酸化物電解槽

固体セラミック材料を電解質として使用し、高温で負に帯電した酸素イオン(O<sup>2-</sup>)を選択的に伝導する固体酸化物電解槽は、少しだけ異なる方法で水素を生成します。

- 水を電気分解すると、陰極に水素が発生し、外部回路から電子と結合して水素と負に帯電した酸素イオンを生成します。
- 酸素イオンは固体セラミック膜を通過し、アノードで反応して酸素ガスを形成して外部回路用で電子を生成します。

固体酸化物電解槽は、固体酸化物膜が適切に機能するのに十分な高温で動作する必要があります。(70°-90°Cで動作する PEM 電解槽および 100°-150°C で動作するアルカリ電解槽と比較して、約 700°-800°C)

固体酸化物電解槽は、これらの高温で利用可能な熱(原子力エネルギーを含むさまざまな熱源)を効果的に使用して、水から水素を生成するために必要な電気エネルギーの量を減らすことができます。

### なぜ、この手法が尊重されるのですか？

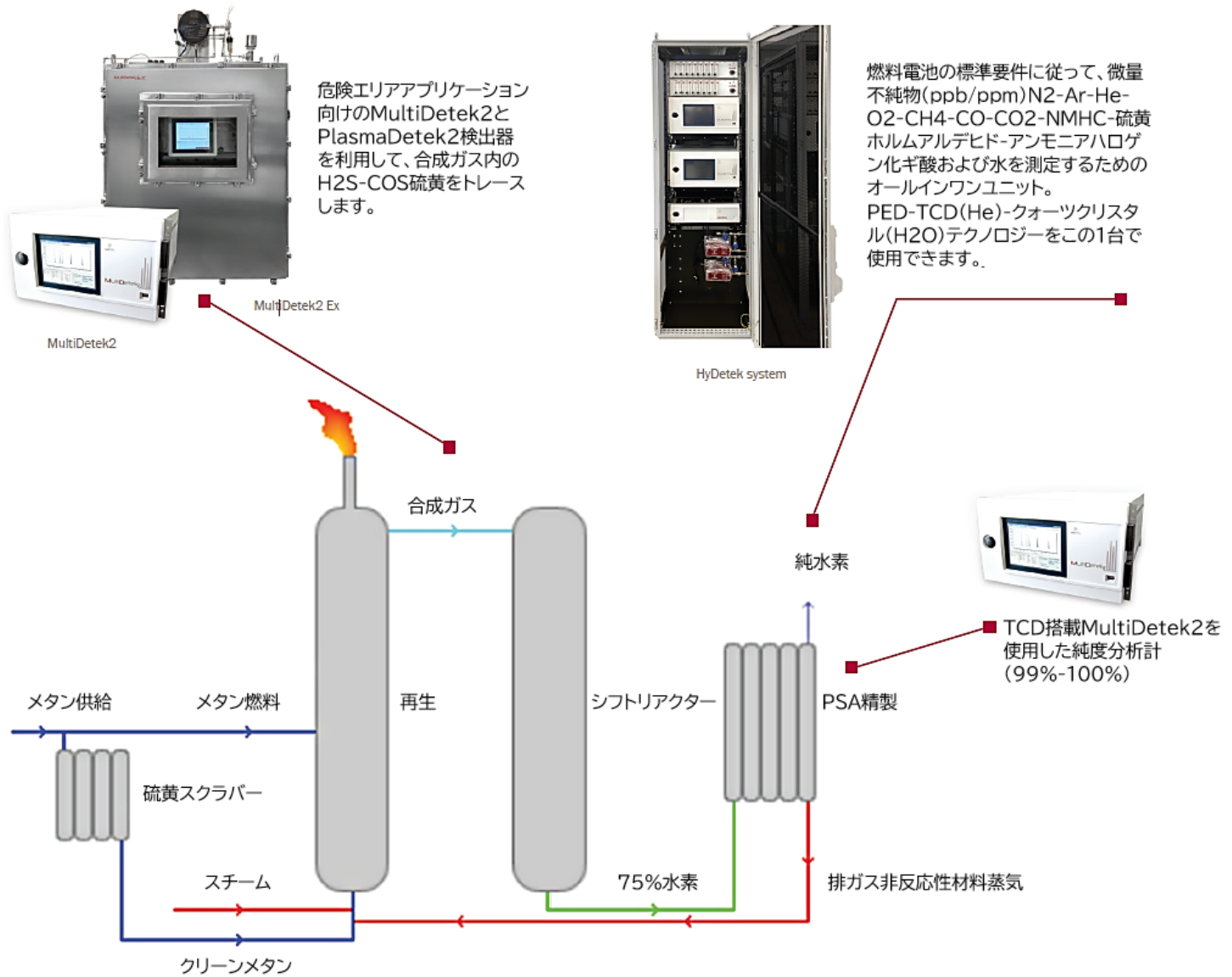
水の電気分解によって生成された水素は、利用するエネルギー源によっては、温室効果ガスの排出をゼロにすることができます。電気分解による水素製造の利点と経済的に実行できる可能性を評価する際には、必要な電力の供給源(コスト効率および発電に起因する排出量を含む)を精査する必要があります。

多くの国と地域では、温室効果ガスが放出され、発電プロセスの効率が低く、必要な燃料も多いため、現在の電力網は電気分解に必要な電力を供給するのに理想的ではありません。電気分解を利用した水素製造は、再生可能(風力)エネルギーおよび原子力エネルギーの選択肢に限られます。これらの手法は、温室効果ガスと基準汚染物質の排出量は実質的にゼロになります。

### 再生可能エネルギー発電との相乗効果の可能性

水の電気分解を利用した水素製造は、一部の再生可能エネルギー技術の特長である可変発電との相乗効果が期待できます。たとえば、風力発電のコストは下がり続けていますが、風力の固有の変動性は風力発電の効率の障害となっています。水素燃料生産と発電を風力発電所に統合することで、生産をシフトしリソースの可用性をシステムの運用ニーズや市場ニーズにより合わせることができます。また、風力発電所の余剰電力の生産時は、一般的に行われているように電力発電量を削減せずに、余剰電力を利用して電気分解から水素を生成することができます。

天然ガス改質アプリケーションのための分析:



供給される天然ガスの約 1/4 は化学反応に必要なエネルギーを供給するために燃焼され、一方で残りは硫黄分が取り除かれます。そして高圧蒸気に加えられ、ニッケル-アルミナ触媒上でメタンと反応します。合成ガスには、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO、および未反応の CH<sub>4</sub> と H<sub>2</sub>O の混合物が含まれています。この合成ガスは、より低温のシフトリアクターに送られます。(シフトリアクターの出力は、約 3/4 が水素です。)圧力サージ吸着ユニットでは、不純物が除去されバーナーを使用して再利用され、最終的に 99.9%を超える純粋な水素が得られます。



### 合成ガス測定

LDetek 社のガスクロマトグラフ(GC)は、合成ガス中の微量 H<sub>2</sub>S-COS を測定するために使用され、輸送および産業用途のカーボンニュートラル(炭素中立)合成燃料の製造に使用する合成ガスの品質を監視します。生成された合成ガスは、アンモニアやメタノールの生成にも使用されます。使用する機器は、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、および CO の混合ガス中の低 ppm/ppb の H<sub>2</sub>S および COS を選択的に測定するために適切な光学構成で構成された 1 台の PlasmaDetek2 検出器を搭載した MultiDetek2 です。

MD2 は、硫黄などの粘着性不純物の表面吸収を回避するために Sulfinert®でコーティングされた MXT キャピラリーカラムで構成されます。分析器の流路全体が Sulfinert®でコーティングされ、低 ppm/ppb の硫黄を測定するために機器の性能を保証します。機器は、標準の小型ラックマウント筐体の場合は安全なエリア、ページ/加圧された筐体の場合は Ex-Proof(危険)エリアに設置することができます。

### 圧カスイング吸着(PSA)水素測定

MD2 は、PSA ステージ直後に H<sub>2</sub> 純度をパーセント測定するためにも使用できます。機器は、TCD で 99%~100%の水素純度を測定するように構成され、標準の小型ラックマウント筐体の場合は安全なエリア、ページ/加圧された筐体の場合は Ex-Proof(危険)エリアに設置することができます。

### 純水素測定

最も重要なことは、MD2 を使用して最終的に生成された高純度水素を測定することです。この機器は、サブ ppb レベルの不純物測定用の PED、ppm He 分析用の TCD、微量水分測定用の水晶モジュールなどの数種類の検出器の組み合わせで構成されています。すべての構成部品が1台の分析器に搭載されているので、LDetek は SAE スタンドに準拠して、水素燃料電池向けの水素に必要な分析の完全なスペクトルを提供します。機器は、標準の小型ラックマウント筐体の場合は安全なエリア、ページ/加圧された筐体の場合は Ex-Proof(危険)エリアに設置することができます。

『結果』で後述するように、アプリケーション全体をカバーするには、MD2 をモデル化した 2 台の機器が必要です。

- x1 … ppb レベルの硫黄、ギ酸、ホルムアルデヒド、アンモニア、およびハロゲン化物の分析用
- x1 … 微量 O<sub>2</sub>-Ar-N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-CO-CO<sub>2</sub>-NMHC-He-H<sub>2</sub>O を測定用



水の電気分解生成のための分析:



HyDetek system

微量不純物(ppb / ppm) N<sub>2</sub>-Ar-He- O<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>-CO- CO<sub>2</sub>-NMHC-硫黄 ホルムアルデヒドアン モニアハロゲン化ギ 酸と水を燃料電池の 標準要件に従って測 定するためのオール・ イン・ワン・ユニット。 PED、TCD(He)、水 晶(H<sub>2</sub>O)技術を1台 のシステムで使用可 能。



MultiDetek2 Ex

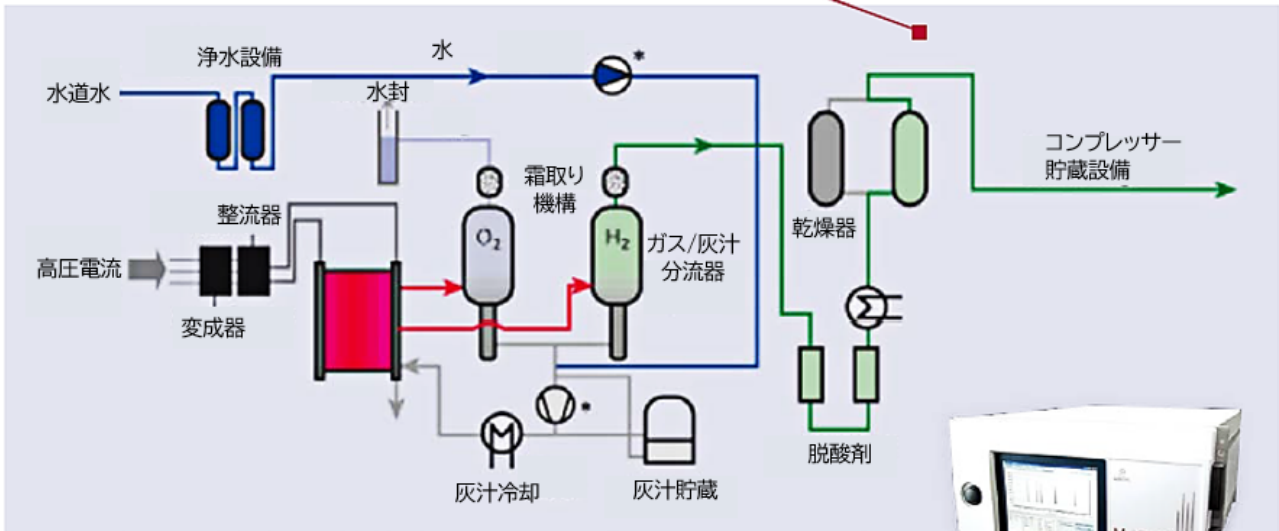
水素燃料電池の標準 要件に従い微量不純 物(ppb / ppm) N<sub>2</sub>-Ar-O<sub>2</sub>-CO- CO<sub>2</sub>と水を測定する ためのオール・イン・ ワン・ユニット。 PED&水晶(H<sub>2</sub>O) 技術を1台のシステム で使用可能。



MultiDetek2

OR

OR



Purity analyser 99%-100% using MultiDetek2 with TCD

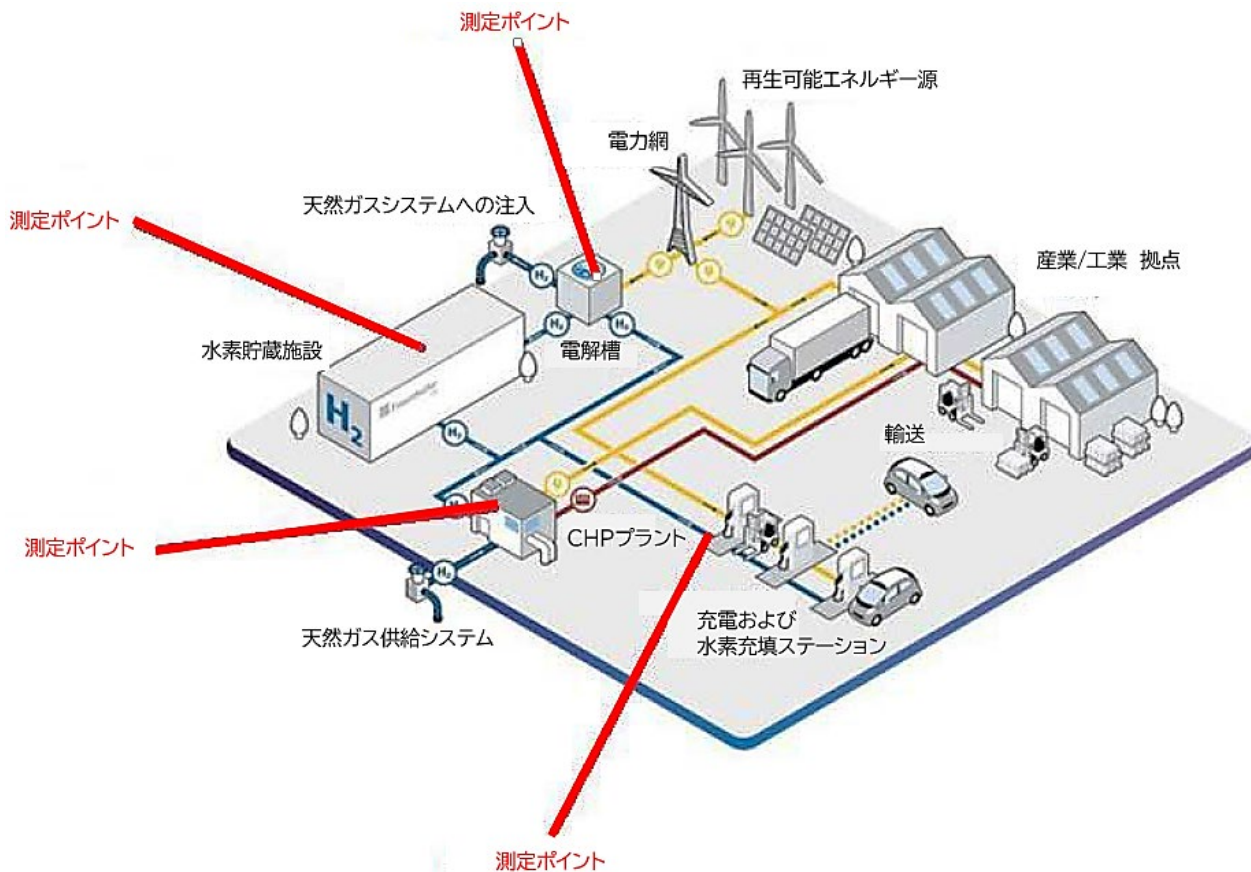
純水素測定

水の電気分解を利用した水素製造では TCD 検出器(範囲:99%~100%)を搭載した MD2 を使用して、パーセント溶液モードで水素の純度を測定します。サブ ppb レベルの微量不純物の場合、機器は SAE 規格で要求された不純物用の PED と、微量水分用の水晶モジュールで構成されています。この生産方法では、製造プロセスで汚染物質が生成/含まれないように監視するために、硫黄、ハロゲン化、ホルムアルデヒド、炭化水素、ギ酸を測定する必要がなくなります。この結果、分析ソリューションがより簡略化され、微量 O<sub>2</sub>-Ar-N<sub>2</sub>-CO-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O の分析に重点を置くことができます。測定する不純物が多かれ少なかれある場合、MD2 の構成の変更は、MD2 プラットフォームのモジュール性で変更することができます。

A Company of



水素生産のポイント:



MULTIDETEK2 の機器構成:

LDetek は TCD(He)と水晶振動子(H<sub>2</sub>O)を組み合わせた PlasmaDetek2 検出器(特許取得済み)を使用して、水素燃料電池アプリケーションで測定を求められる全ての汚染物質を完全に分析するためのソリューションを提供します。このアプリケーションノートでは、MD2 の様々な機器構成の組み合わせで、それぞれのアプリケーションで必要とされるサブ ppb 検出を実現するための機器構成を示しています。燃料電池向けの水素生産用途としての完璧な機器構成には、最大3モデルの MD2 が必要です。機器のモジュール性によって、アプリケーション要件に応じていくつかの変更を適用することができます。各 GC は、後述する様々なチャンネルで構成されています。

## MultiDetek2 GC#1

## チャンネル1:H2S-COS-NH3-CH2O-CH2CL2

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
H2S(硫化水素)	0-500	0.4	0.8	PED
COS(硫化カルボニル)	0-500	0.5	0.6	PED
NH3(アンモニア)	0-1000	2.5	0.3	PED
CH2O(ホルムアルデヒド)	0-500	2.0	0.4	PED
ハロゲン化 CH2Cl2(塩化メチレン)	0-1000	10.0	1.0	PED

## チャンネル 2:CH4S-CS2-DMS-DMDS-HCOOH

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
CH4S(メチルメルカプタン)	0-500	0.5	1.5	PED
CS2(二硫化炭素)	0-500	0.2	0.7	PED
DMS(ジメチルスルフィド)	0-500	0.2	0.9	PED
DMDS(ジメチルジスルフィド)	0-500	0.45	1.6	PED
HCOOH(ギ酸)	0-1000	2.0	0.4	PED

## チャンネル 3:He または H2O の選択※

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
He	0-1000	1ppm	0.5	TCD
H2O	0-10	10.0	0.5	Quartz Crystal

\*チャンネル3は、要件に応じて、GC #1 または GC #2 から分割または交換できます。

チャンネル 1 および 2 は、硫黄用の選択的光学フィルターとホルムアルデヒド/アンモニア/ギ酸用に構成された PlasmaDetek2 検出器を使用しています。各光学部品は、水素バックグラウンドからの干渉を制限し、サブ ppb 感度を提供するための狭い波長を持っています。両方のチャンネルは、ppb レベルの測定をおこなう不純物の表面吸着リスクを回避するため、適切な sulfinert®コーティングダイアフラムバルブ、フィッティング、およびチューブで構成して下さい。使用されるカラムはキャピラリー/ sulfinert®/金属化 MXT シリーズなので、粘着性および吸収性ガスに対する耐性はありません。適切な機器コンポーネントを LDetek 社の高感度かつ選択的な PlasmaDetek2 検出器と組み合わせることで、最高の感度を得ることができます。

チャンネル3は、ppm レベルのヘリウムを測定するための TCD、または微量 H2O を測定するための水晶検出器で構成されています。両方の検出器を必要としている場合は、2個目の検出器を GC #2のチャンネル3に取り付けます。TCD を搭載した TraceHe の場合、機器はキャリアガスとしてアルゴンを必要とします。微量 H2O を測定する場合、水晶検出器は内部構成部品と一緒に取り付けられます。詳細は、MD2 に付属されている微量水分モジュールの設計レポートを参照して下さい。

## MultiDetek2 GC#2

## チャンネル1:N2-CH4-CO-CO2

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
N2(窒素)	0-10	0.5	0.1	PED
CH4(メタン)	0-10	3.5	0.1	PED
CO(一酸化炭素)	0-10	1.5	0.1	PED
CO2(二酸化炭素)	0-10	1.5	0.1	PED

## チャンネル2:AR-O2-NMHC

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
Ar(アルゴン)	0-10	0.5	0.2	PED
O2(酸素)	0-10	10.0	0.2	PED
NMHC(非メタン炭化水素)	0-10	4.0	0.6	PED

## チャンネル3:He または H2O の選択※

不純物	範囲(PPB)	LDL(PPB)	再現性(%)	検出器
He	0-1000	1ppm	0.5	TCD
H2O	0-10	10.0	0.5	Quartz Crystal

\*チャンネル3は、要件に応じて、GC #1 または GC #2 から分割または交換できます。

MD2 は、アプリケーション要件に応じて異なる構成にすることができます。MD2 のモジュール性は、測定ニーズに応じて適した部品を選択できるという利点があります。チャンネル 1 では、微量 N2-CH4-CO-CO2 を測定用の PED が最初のブロックに構成され、次のブロックには N2、CH4、および CO/CO2 用の選択的光学フィルターを備えた PlasmaDetek2 が構成されています。

チャンネル2も Ar-O2NMHC の測定に PED を使用しています。PlasmaDetek2 は 3 つの選択的光学フィルターで構成され、1 つ目は Ar、2 つ目は O2、3 つ目は NMHC に使用されています。このユニットでの微量 O2 分析には、O2 の安定した反復 ppb 検出を可能にするドーピングガスシステムが必要です。

チャンネル 3 は、GC #1 の説明で説明されているように構成されています。



## MultiDetek2 GC#3

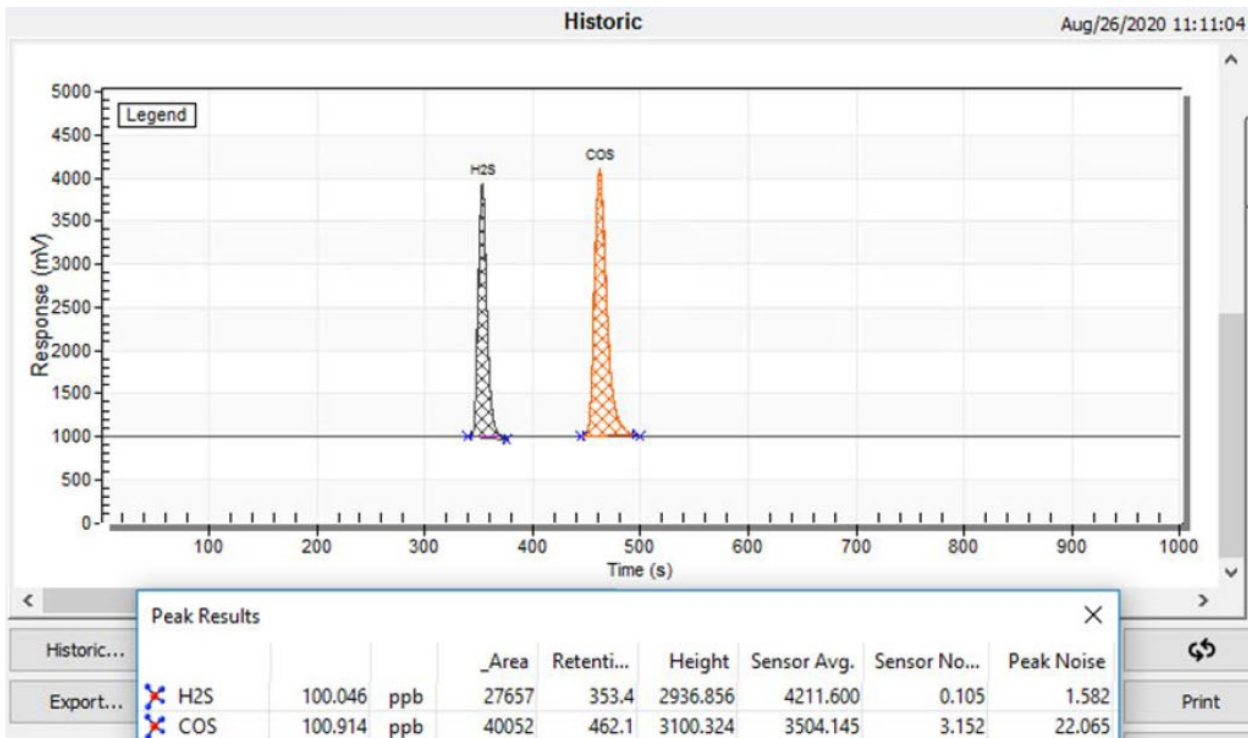
## チャンネル1:純水素

不純物	範囲(PPB)	精度(%)	検出器	測定時間(秒)
H2(重水素)	99-100	0.001	TCD	60

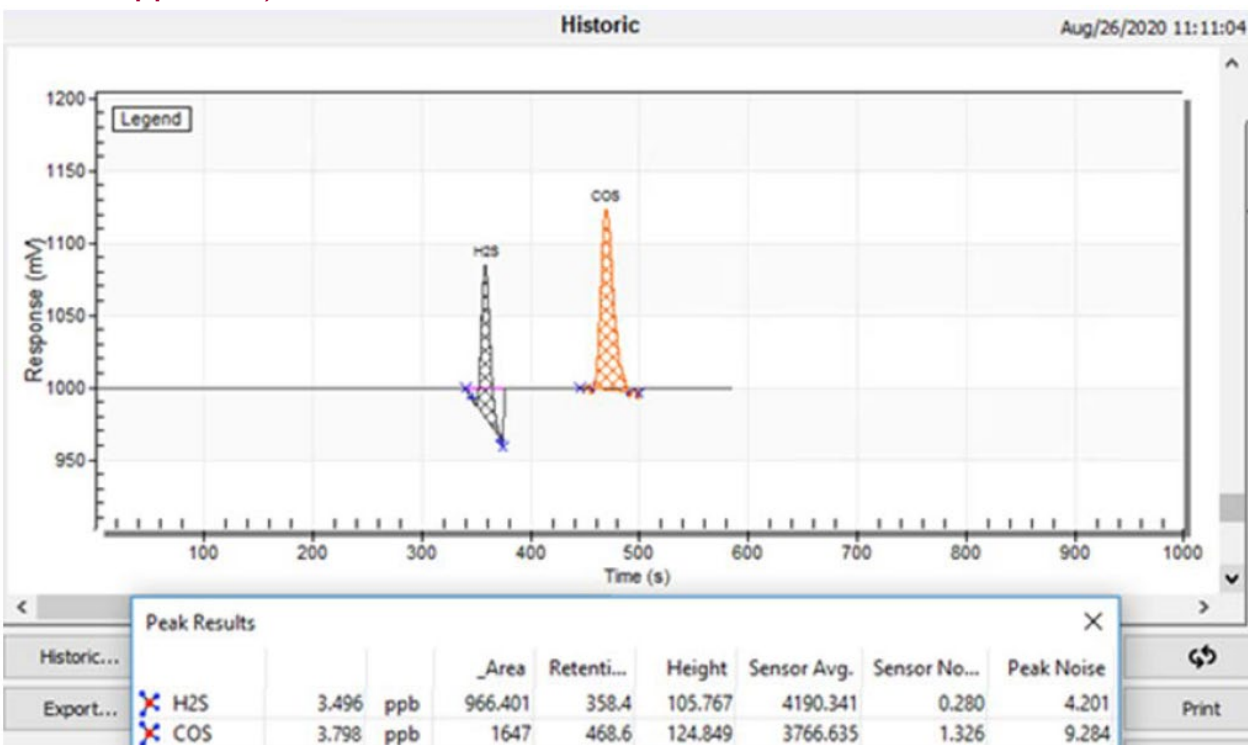
この MD2構成は、一般的に微量不純物分析装置と組み合わせて設置される水素(99%~100%)の純度を監視用途として使用されます。この純度計は、生産された水素の純度を迅速に監視するために高速応答と分析時間(60秒)を特長としています。機器がプロセスアラームを発砲している場合、微量不純物検出器が問題のある不純物の詳細データを提供します。2つの機器を使用する事は、水素製造の生産率と正確性を確保するための最適な選択肢です。この MD2 は、TCD 検出器とストレートインジェクションで構成されています。全ての不純物は、TCD 検出器により測定され1つのピークとして現れます。参照ガスとキャリアガスには水素を使用して下さい。

結果:

ガスクロマトグラム:GC#1/チャンネル 1  
 サンプル:100ppb H2S, COS バランス H2



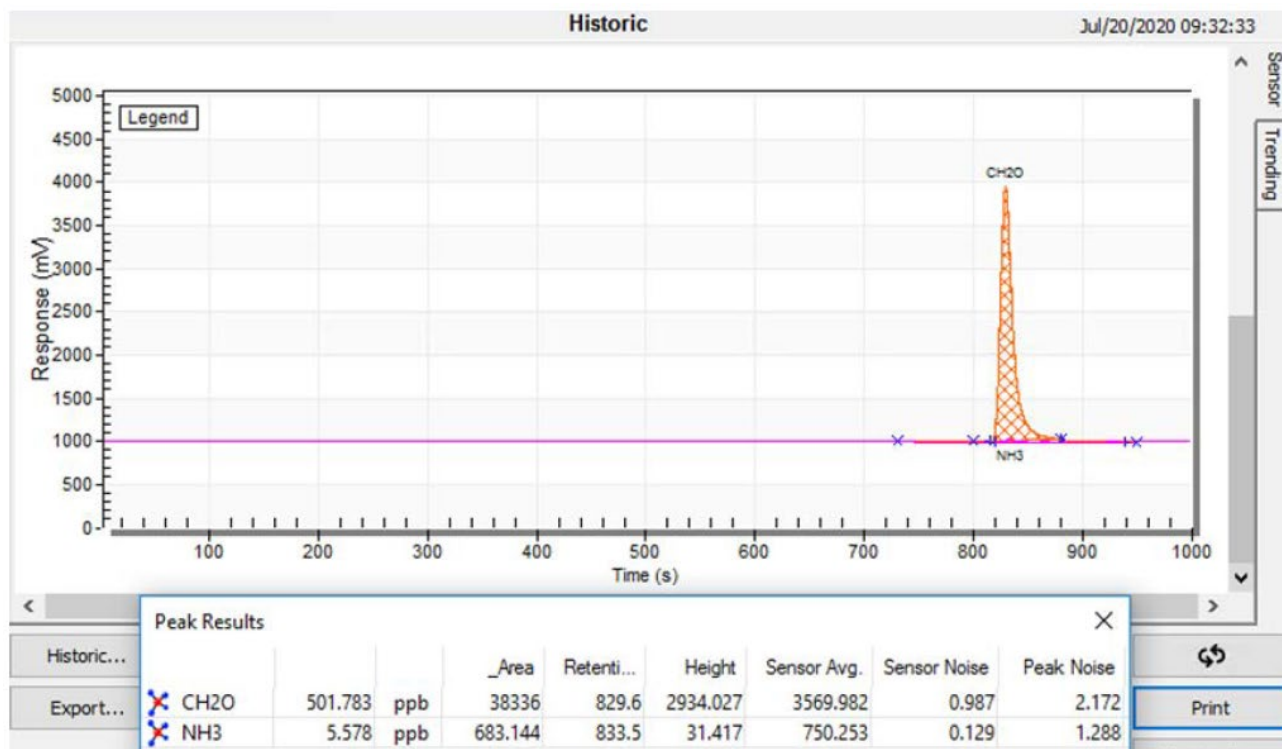
サンプル:3ppb H2S, COS バランス H2



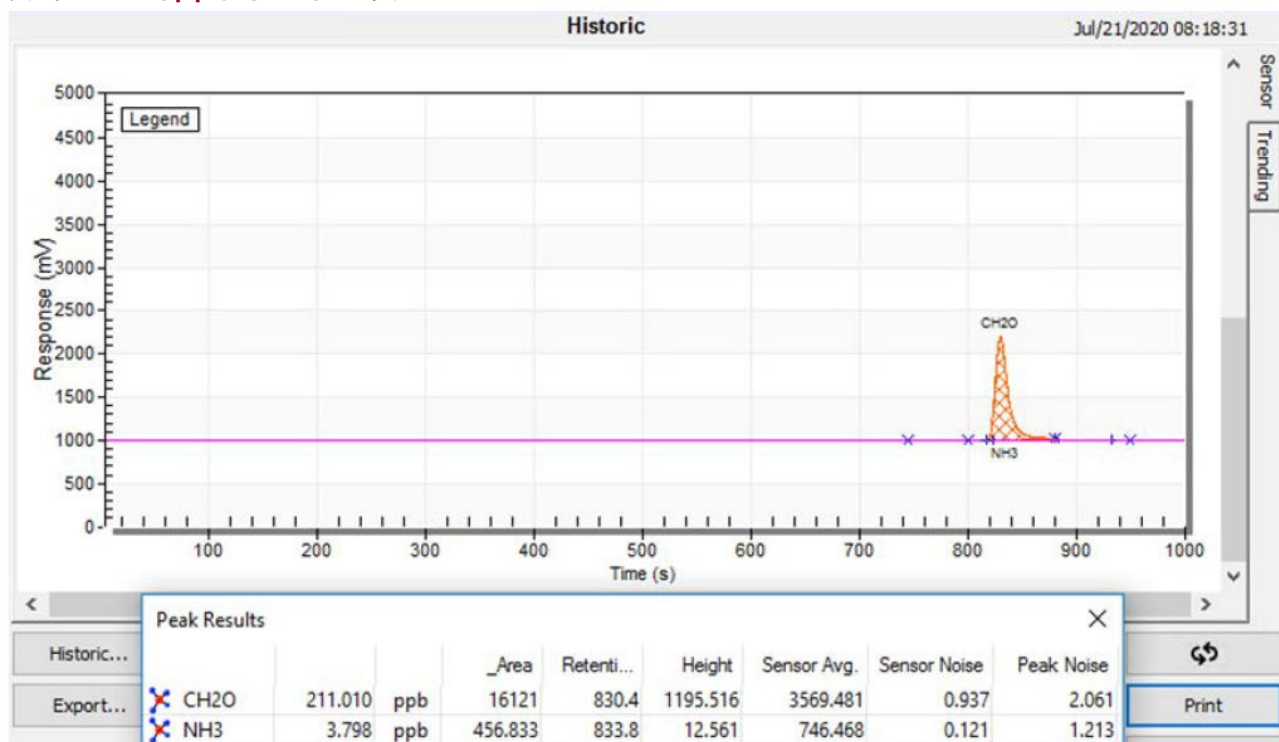
A Company of



サンプル:500ppb CH2O バランス H2



サンプル:210ppb CH2O バランス H2



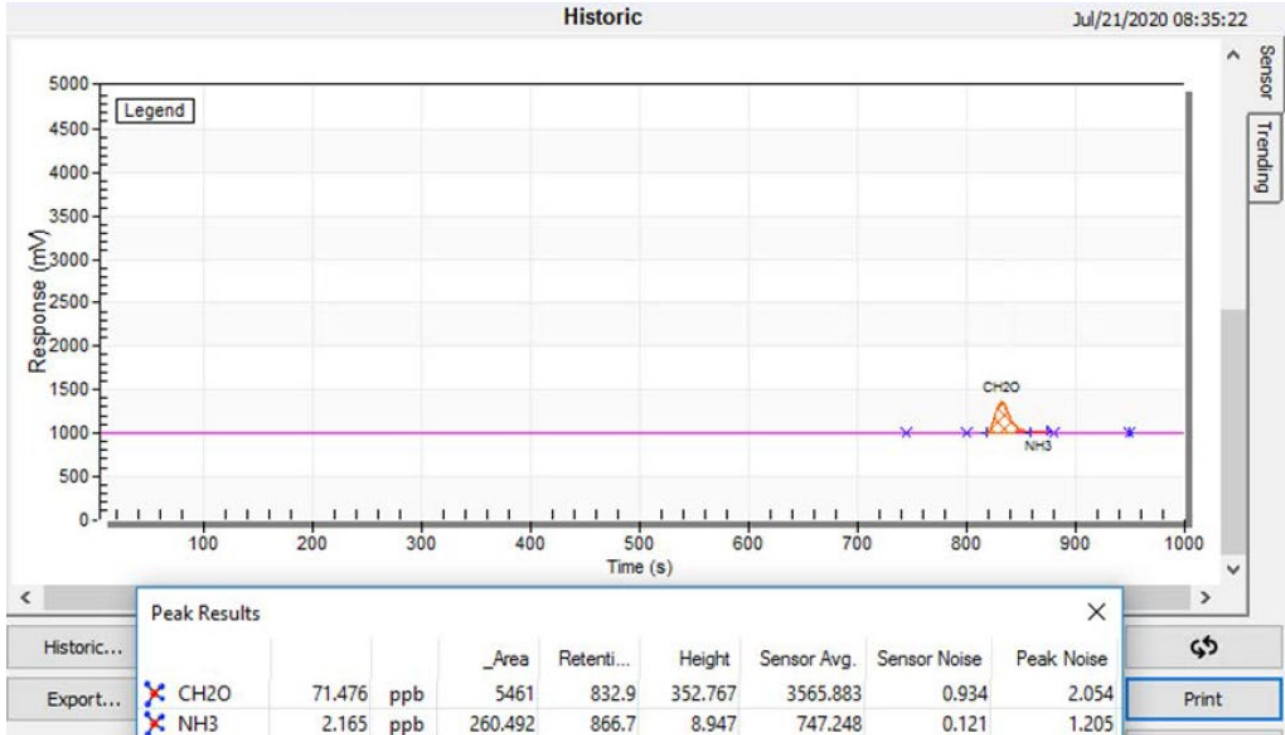
A Company of



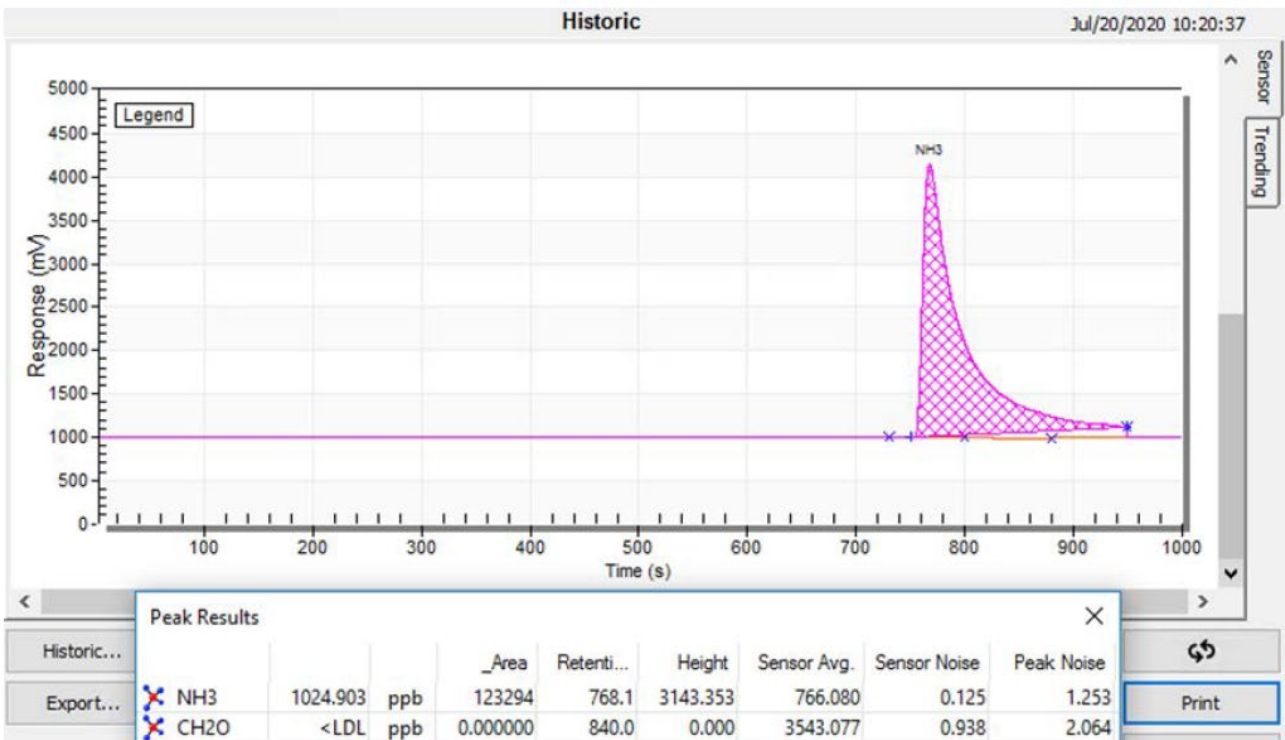
www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミツセルジャパン株式会社



サンプル:70ppb CH2O バランス H2



サンプル:1025ppb NH3 バランス H2



A Company of

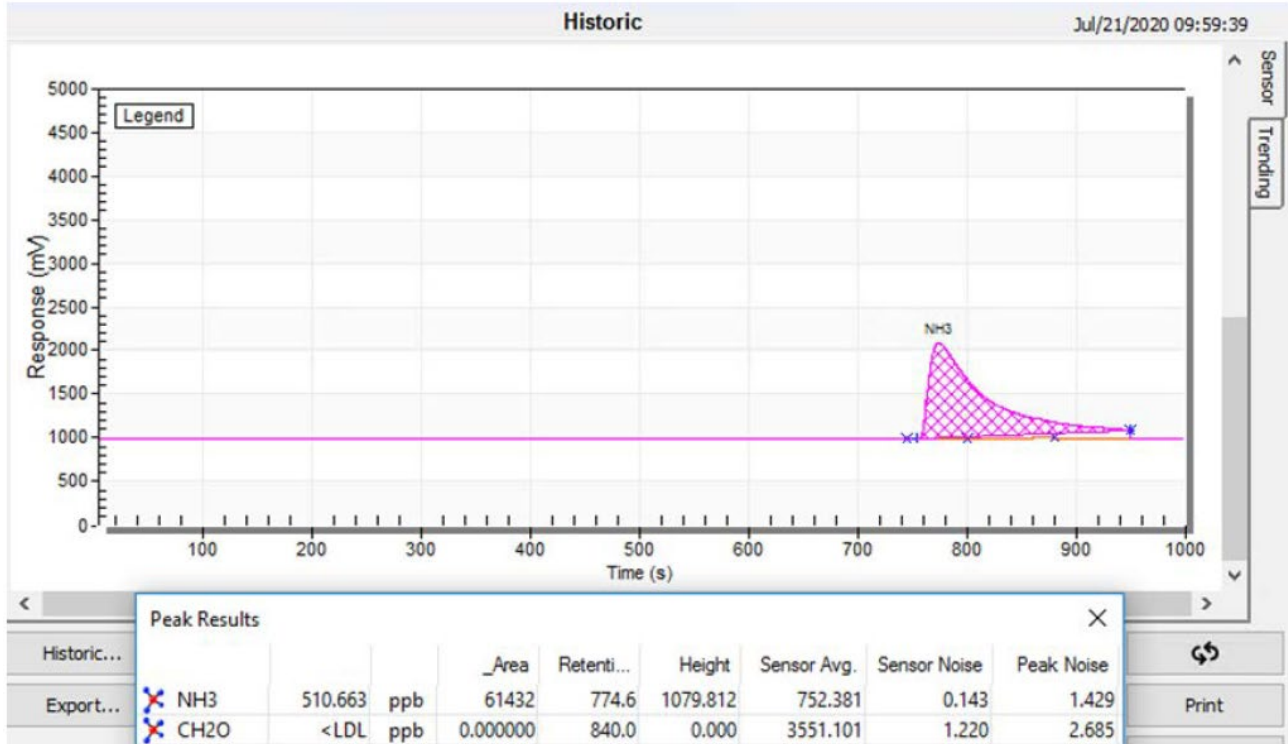


www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミツシエルジャパン株式会社

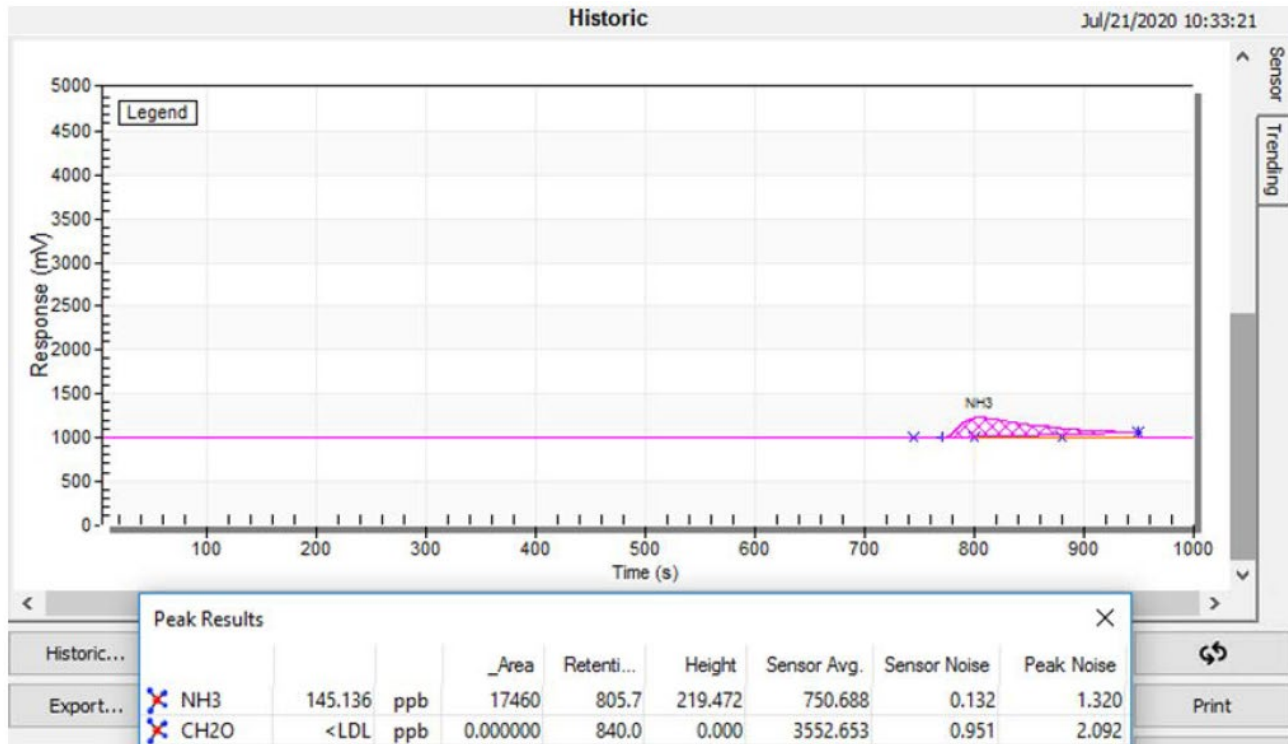




サンプル:510ppb NH3 バランス H2



サンプル:150ppb NH3 バランス H2



A Company of



www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミツシエルジャパン株式会社



LDL :

構成	濃度(PPB)	ピーク高(mV)	ノイズ(mV)	LDL (3xノイズ)(PPB)
H2S(硫化水素)	3.5	105.8	4.2	0.41
COS(硫化カルボニル)	3.79	124.9	9.2	0.80
CH2O(ホルムアルデヒド)	71.4	352.7	2.05	1.24
NH3(アンモニア)	145	219.4	1.32	2.61

注:他の LDL は、異なる注入量とクロマトグラフィー条件で取得できます。

再現性:

サンプル:3ppb H2, COS バランス H2

Wed, Aug-26-2020	Description	H2S	COS
17:39:32		3.564	4.102
17:29:23		3.565	4.145
17:19:13		3.533	4.151
17:09:03		3.543	4.185
16:58:53		3.506	4.121
16:48:42		3.530	4.145

サンプル:135ppb NH3 & 75ppb CH2O バランス H2

Historic	Description	NH3	CH2O
Tue, Jul-21-220			
13:55:43		136.162	75.984
13:38:50		136.759	76.416
13:22:00		136.398	76.441
13:05:08		136.709	76.621
12:48:16		136.848	76.707
12:31:24		137.460	76.683

不純物	H2S	COS	NH3	CH2O
平均(PPB)	3.534	4.142	136.7	76.48
シグマσ(PPB)	0.028	0.028	0.44	0.27
CV(%)	0.80	0.68	0.32	0.35
CVx3(%)	2.40	2.05	0.97	1.06
ステータス	Pass	Pass	Pass	Pass
再現性(%)	0.8	0.6	0.3	0.4

一連(6回)の連続分析と許容される変動係数(CV)の3倍の値を考慮して、再現性と適合性試験は5%未満である必要があります。“再現性%”は、これら6回の分析の平均に6個の連続した分析のシグマを適用することで得られます。試験は、良好な再現性を得るために厳密性が求められる濃度のスケールの下限部分で実行されます。

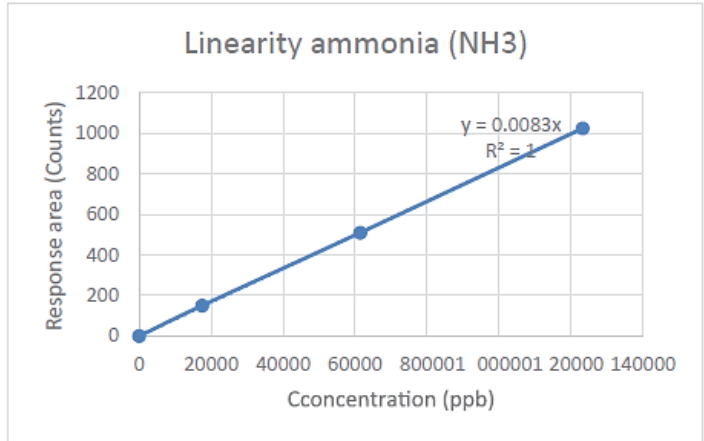
再現性試験を高濃度で実施すると、再現性が向上します。これは、極低濃度での再現性観点からシステムのパフォーマンスを示しています。



直線性 :

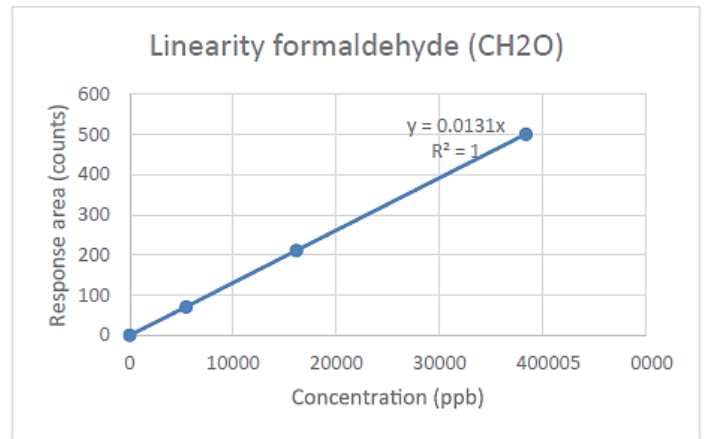
不純物:アンモニア(NH3)

応答範囲(カウント)	濃度(ppb)
0	0
17460	150
61432	510
123294	1025



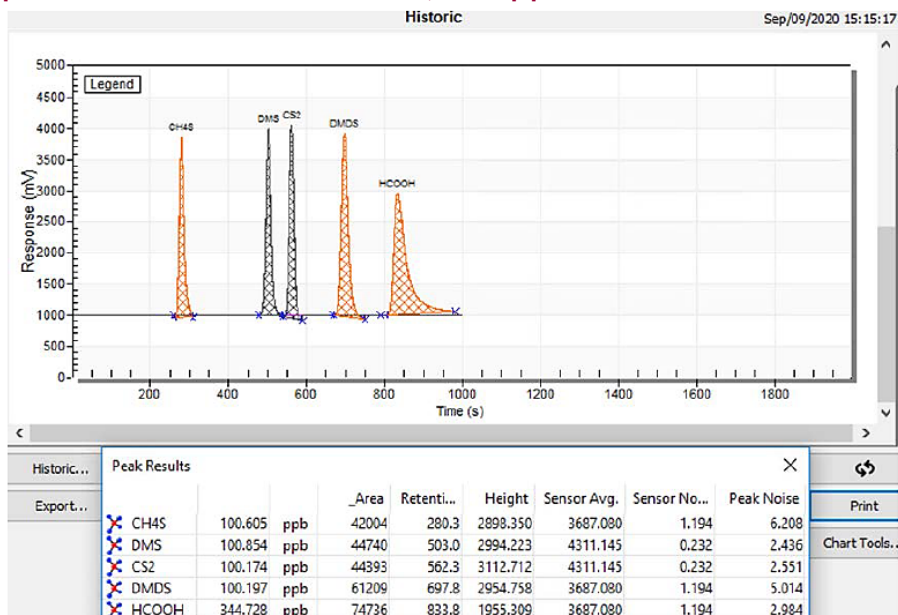
不純物:ホルムアルデヒド(CH2O)

応答範囲(カウント)	濃度(ppb)
0	0
5461	71
16121	211
38336	501



クロマトグラム:GC #1/チャンネル 2

サンプル:100ppb CH4S-CS2-DMS-DMDS / 330ppbHCOOH バランス H2



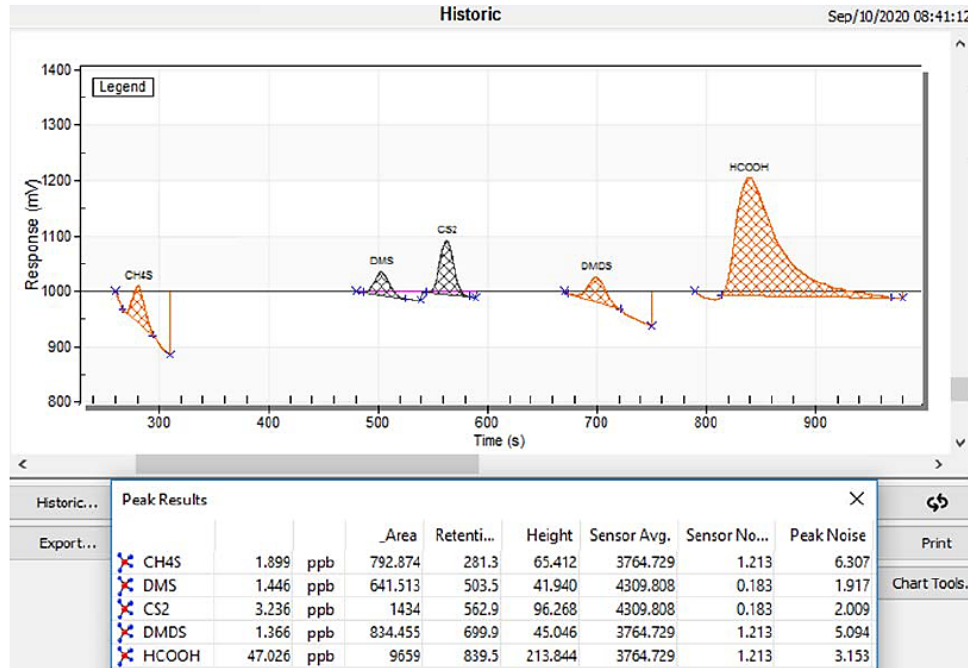
A Company of



www.ldetek.jp  
Mail : info@ldetek.jp  
ミツシエルジャパン株式会社



サンプル: 2ppb CH4S-CS2-DMS-DMDS / 50ppb HCOOH バランス H2



LDL:

構成	濃度 (PPB)	ピーク高 (mV)	ノイズ (mV)	LDL (3xノイズ) (PPB)
CH4S(メチルメルカプタン)	1.89	65.4	6.3	0.50
DMS(ジメチルスルフィド)	1.44	41.9	2.0	0.20
CS2(二硫化炭素)	3.23	96.3	1.91	0.19
DMDS(ジメチルジスルフィド)	1.36	45.0	5.0	0.45
HCOOH(ギ酸)	47.0	213.9	3.15	2.00

注: 他の LDL は、異なる注入量とクロマトグラフィー条件で取得できます。

安定性:

サンプル: 2ppb CH4S-CS2-DMS-DMDS / 50ppb HCOOH バランス H2

Historic	Description	CH4S	DMS	CS2	DMDS	HCOOH
Thu, Sep-10-2020						
07:49:10		1.879	1.334	3.344	1.265	47.865
07:32:18		1.873	1.316	3.338	1.230	48.020
07:15:26		1.904	1.343	3.359	1.226	47.958
06:58:35		1.924	1.317	3.384	1.272	48.074
06:41:43		1.951	1.343	3.397	1.265	48.279
06:24:51		1.940	1.326	3.389	1.259	48.295

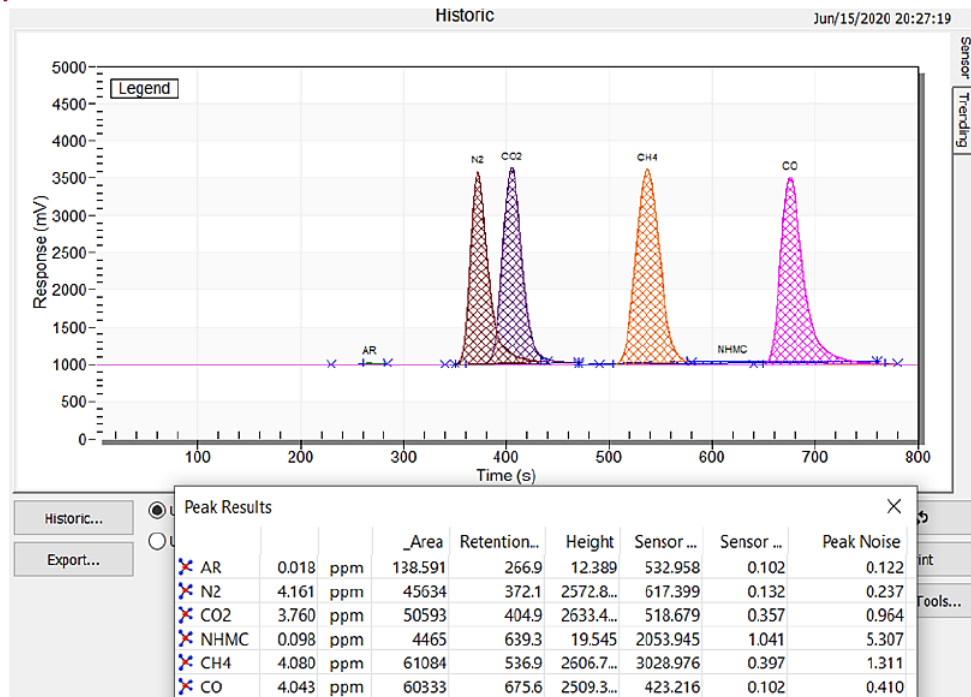
不純物	CH4	DMS	CS2	DMDS	HCOOH
平均(PPB)	1.91	0.33	3.37	1.25	48.08
シグマ $\sigma$ (PPB)	0.03	0.012	0.024	0.02	0.17
CV(%)	1.66	0.91	0.74	1.57	0.36
CV $\times$ 3(%)	4.98	2.73	2.22	4.72	1.08
ステータス	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
再現性(%)	1.5	0.9	0.7	1.6	0.4

一連(6回)の連続分析と許容される変動係数(CV)の3倍の値を考慮して、再現性と適合性試験は5%未満である必要があります。“再現性%”は、これら6回の分析の平均に6個の連続した分析のシグマを適用することで得られます。試験は、良好な再現性を得るために厳密性が求められる濃度のスケールの下限部分で実行されます。

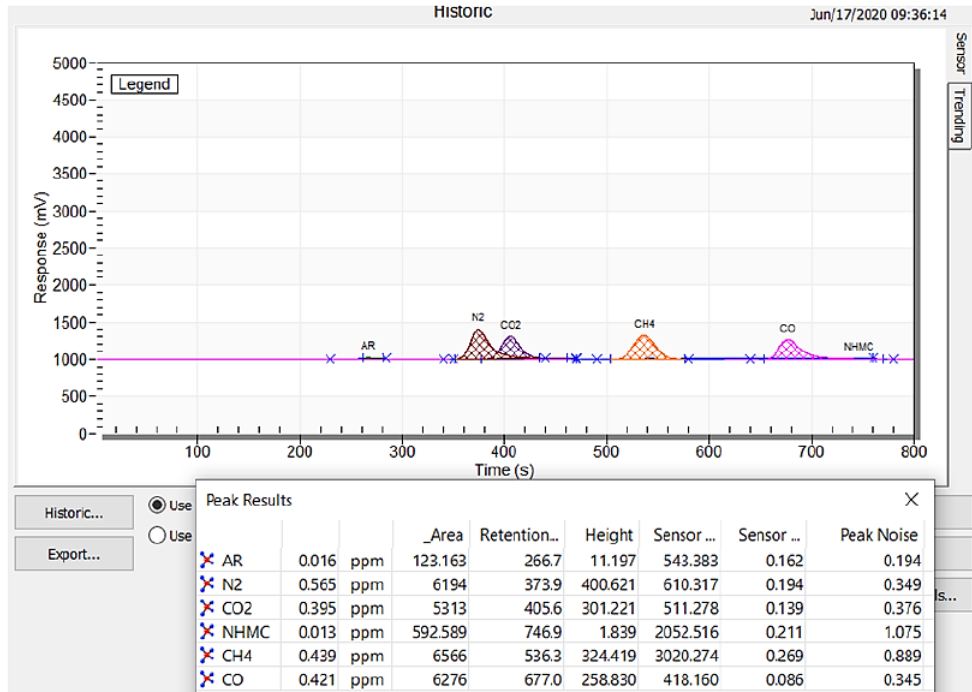
再現性試験を高濃度で実施すると、再現性が向上します。これは、極低濃度での再現性観点からシステムのパフォーマンスを示しています。

クロマトグラム:GC #2/チャンネル1

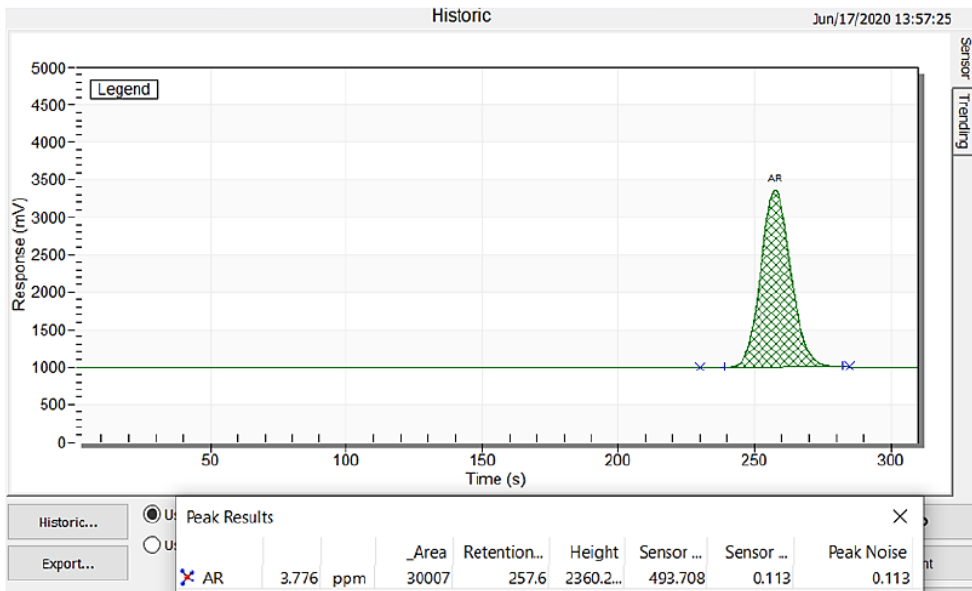
サンプル:4ppm N2-CO2-CH4-CO Balance H2



サンプル:500ppb N2-CO2-CH4-CO Balance H2

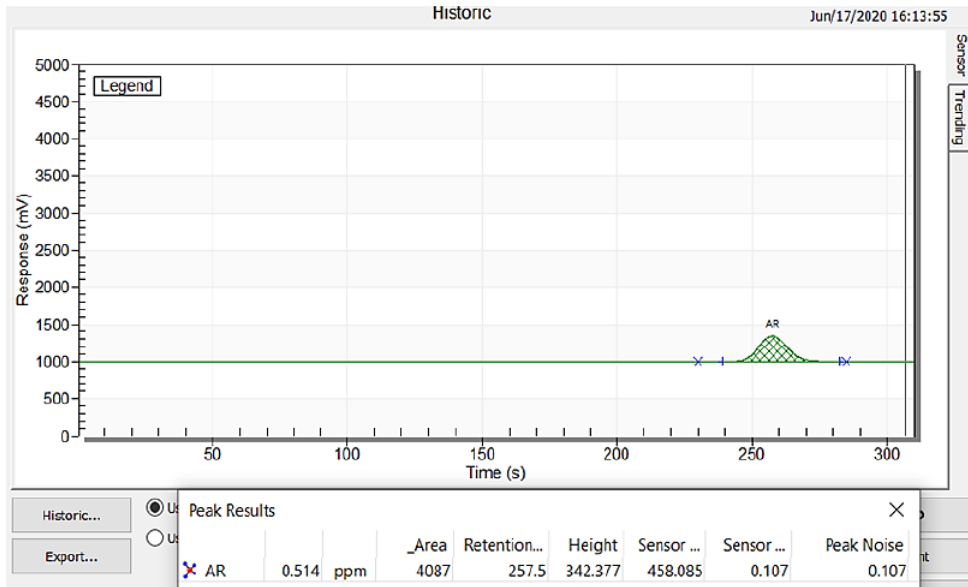


クロマトグラム:GC #2/チャンネル 2  
 サンプル:4ppm Ar Balance H2

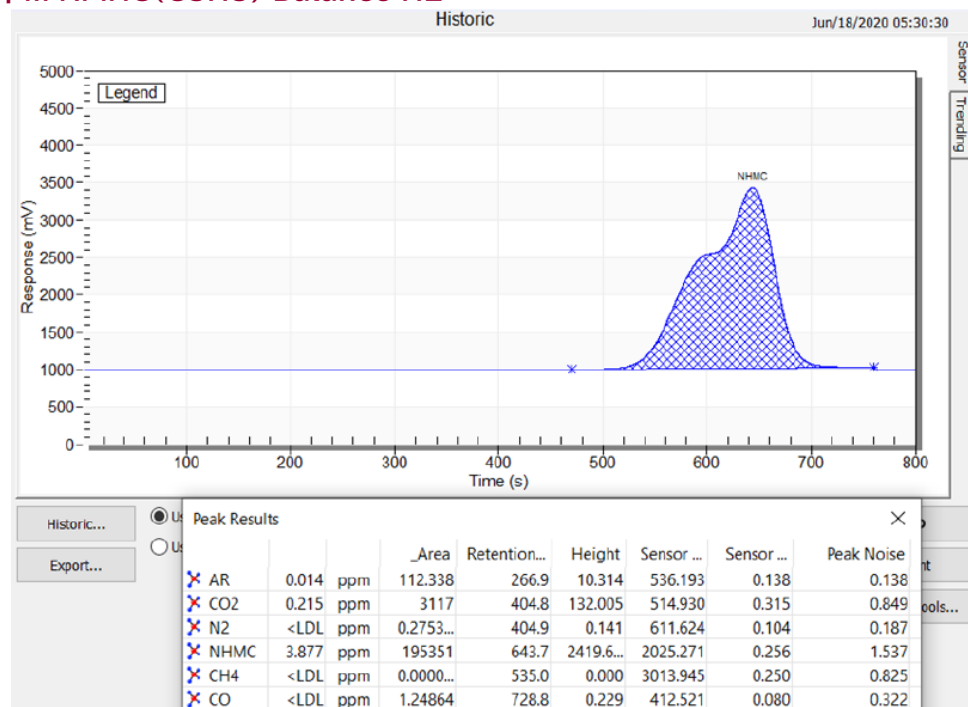




サンプル:500ppb Ar Balance H2

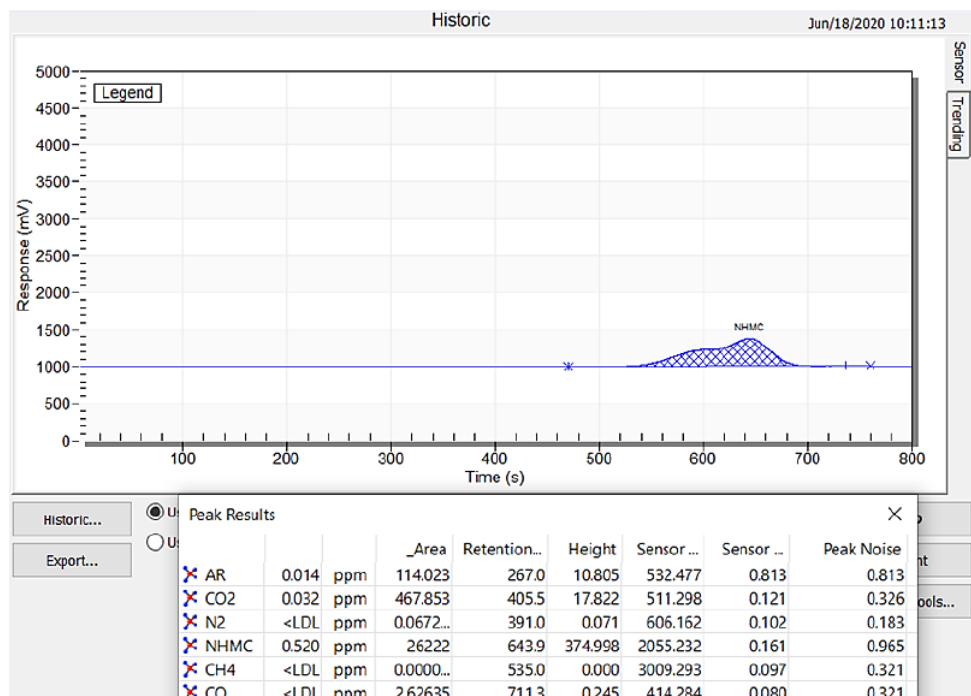


サンプル:4ppm NMHC(C3H8) Balance H2



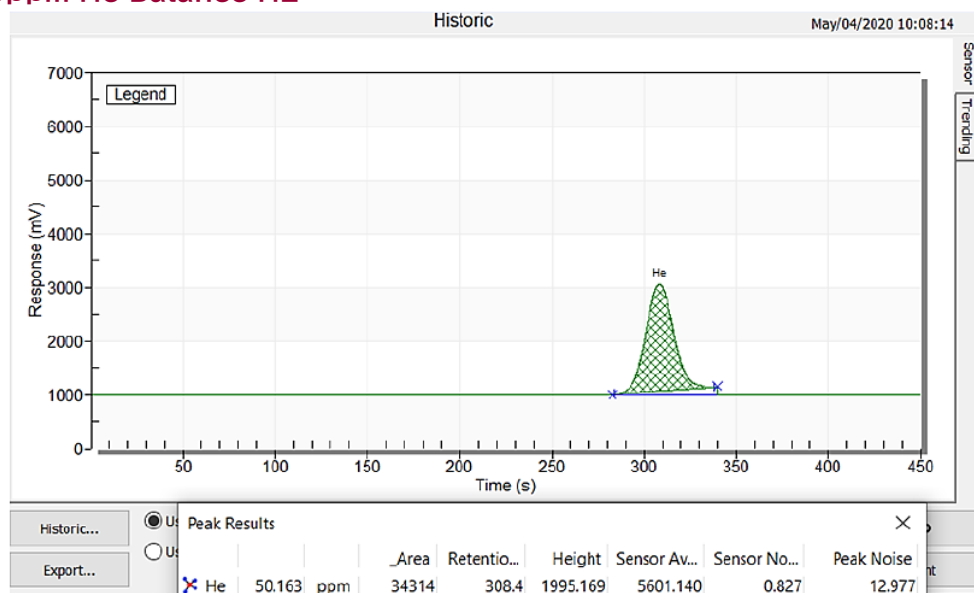


サンプル:500ppb NMHC(C3H8) Balance H2



クロマトグラム:GC #2/チャンネル 3

サンプル:50ppm He Balance H2







LDL:

構成	濃度(PPB)	ピーク高(mV)	ノイズ(mV)	LDL (3xノイズ)(PPB)
N2(窒素)	565	401	0.349	1.48
CO2(二酸化炭素)	395	301	0.376	1.48
CH4(メタン)	439	324	0.889	3.61
CO(一酸化炭素)	421	259	0.345	1.68
Ar(アルゴン)	514	342	0.107	0.48
NMHC(非メタン炭化水素)	520	375	0.965	4.01
He(ヘリウム)	50ppm	1995	12.97	1.00ppm

注:他の LDL は、異なる注入量とクロマトグラフィー条件で取得できます。

安定性:

サンプル 1ppm Ar-N2-NMHC-CO2-CH4-CO Balance H2

Start	AR	N2	NHMC	CO2	CH4	CO
2020-05-21 20:16	0.889ppm	1.171ppm	0.564ppm	1.045ppm	1.161ppm	1.042ppm
2020-05-21 20:02	0.889ppm	1.174ppm	0.567ppm	1.045ppm	1.161ppm	1.042ppm
2020-05-21 19:49	0.886ppm	1.174ppm	0.568ppm	1.044ppm	1.161ppm	1.042ppm
2020-05-21 19:35	0.886ppm	1.174ppm	0.571ppm	1.046ppm	1.159ppm	1.041ppm
2020-05-21 19:21	0.886ppm	1.174ppm	0.573ppm	1.044ppm	1.160ppm	1.042ppm
2020-05-21 19:08	0.887ppm	1.174ppm	0.573ppm	1.042ppm	1.163ppm	1.043ppm

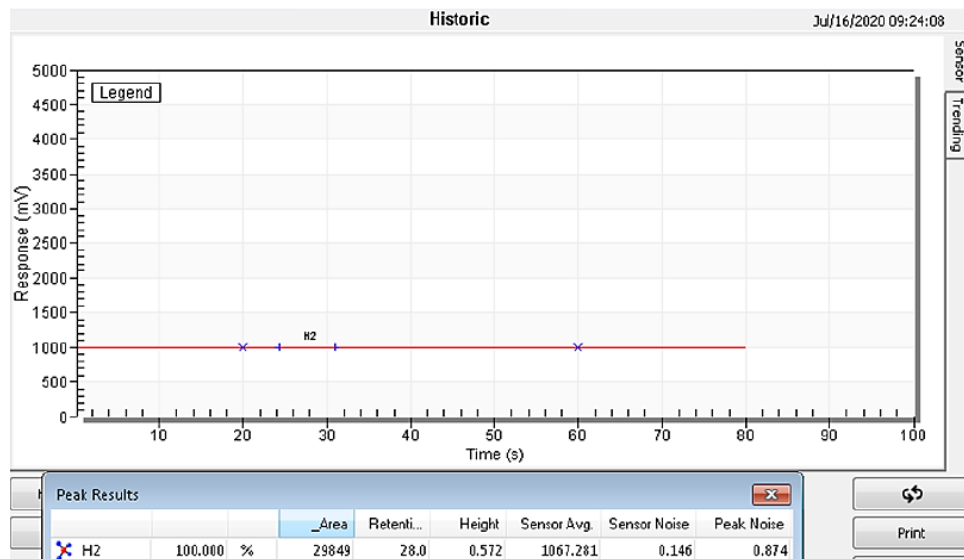
不純物	Ar	N2	NMHC	CO2	CH4	CO
平均(PPB)	887.2	1173.8	569.3	1044.3	1160.8	1042
シグマσ(PPB)	1.47	1.60	3.61	1.37	1.33	0.63
CV(%)	0.17	0.14	0.63	0.13	0.12	0.06
CVx3(%)	0.5	0.41	1.90	0.39	0.35	0.18
ステータス	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
再現性(%)	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1

一連(6回)の連続分析と許容される変動係数(CV)の3倍の値を考慮して、再現性と適合性試験は5%未満である必要があります。“再現性%”は、これら6回の分析の平均に6個の連続した分析のシグマを適用することで得られます。試験は、良好な再現性を得るために厳密性が求められる濃度のスケールの下限部分で実行されます。

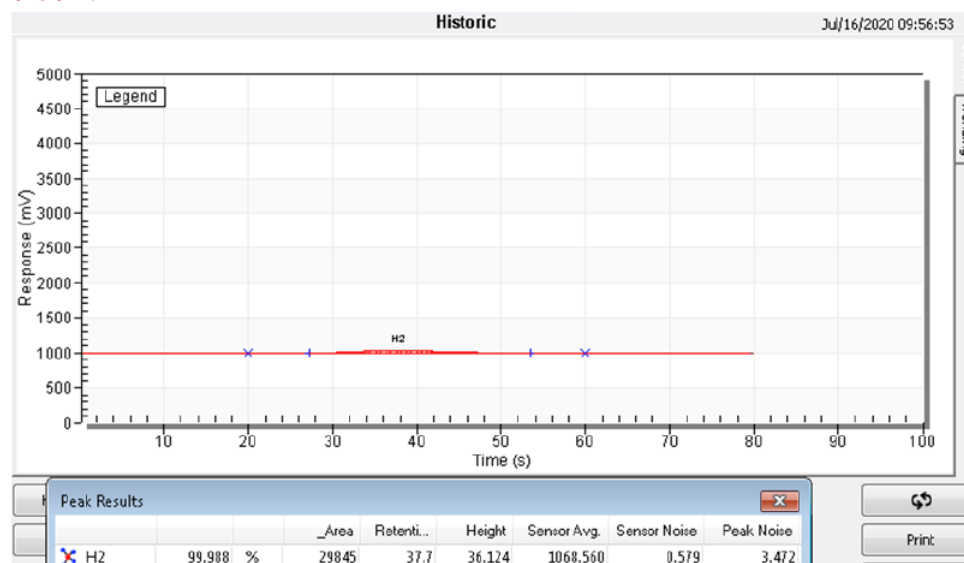
再現性試験を高濃度で実施すると、再現性が向上します。これは、極低濃度での再現性観点からシステムのパフォーマンスを示しています。

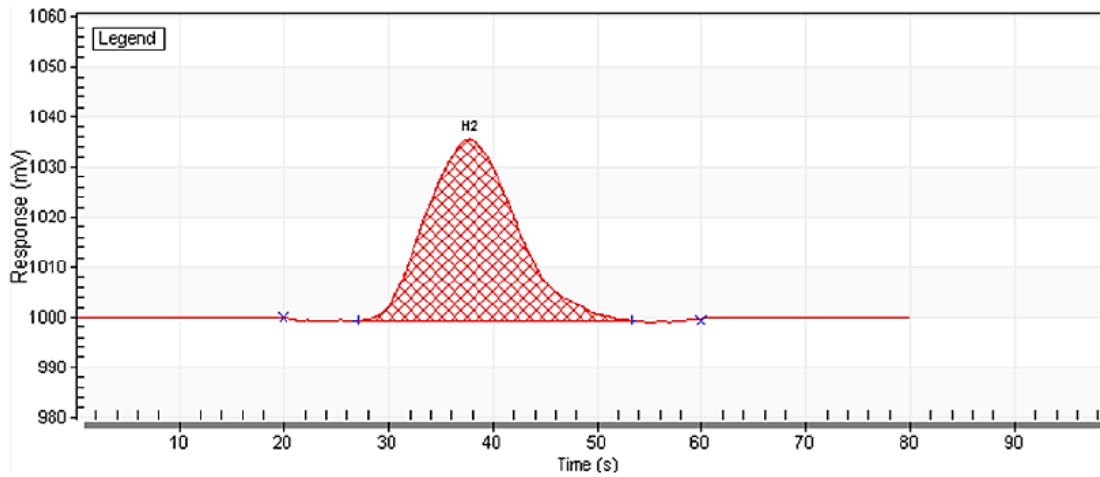


クロマトグラム:GC #3/チャンネル 1  
 サンプル:100.000% H2

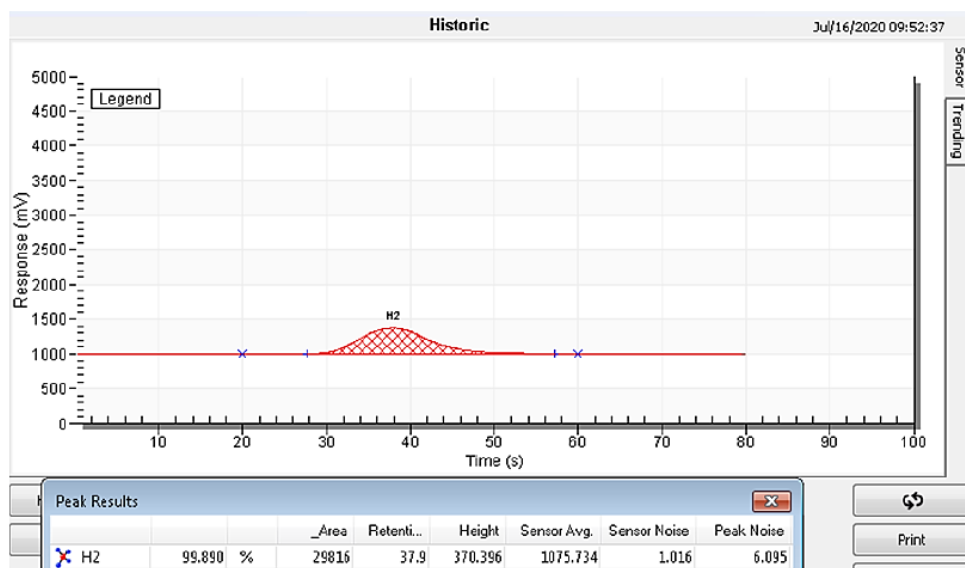


サンプル:99.989% H2





サンプル:99.890% H2



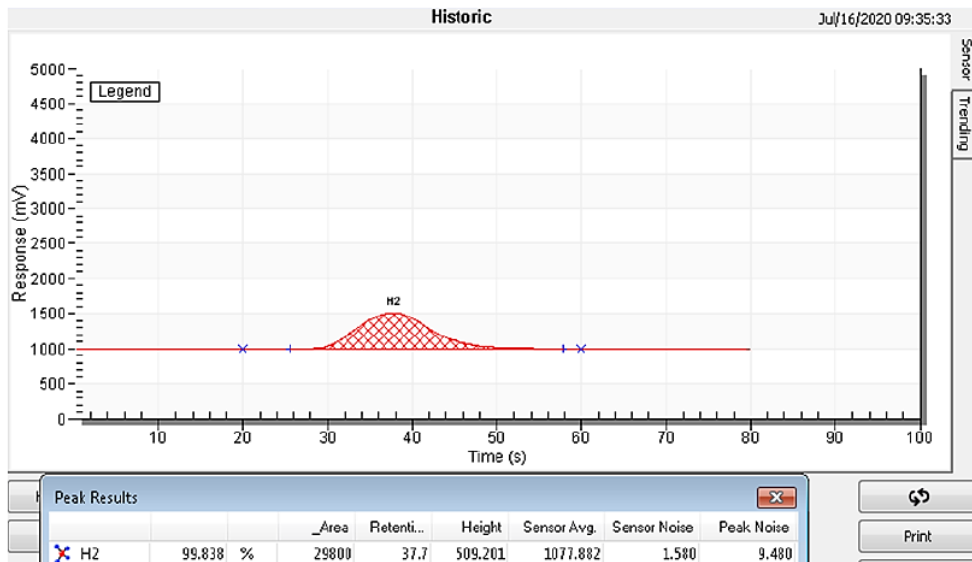
A Company of



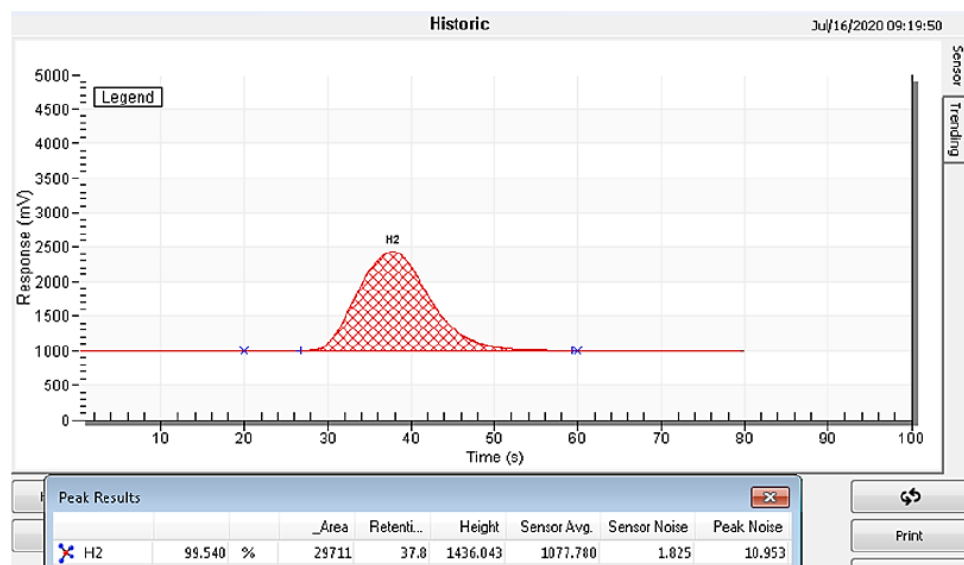
www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミツシエルジャパン株式会社



サンプル:99.837% H2



サンプル:99.541% H2



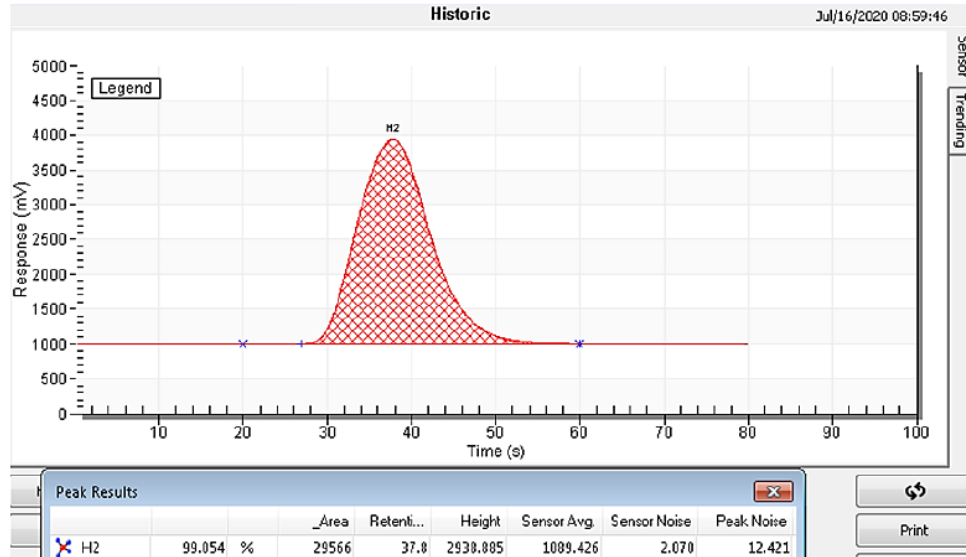
A Company of



www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミツシエルジャパン株式会社



サンプル:99.055% H2



**LDL/精度:**

%レベル濃度は、H2/N2 を希釈します。100%H2 と希釈 H2 濃度の差が適用されます。

構成	濃度(PPB)	ピーク高(mV)	ノイズ(mV)	LDL (3xノイズ)(PPB)	精度 (3xノイズ)(%)
H2(水素)	0.012	36.124	3.472	0.003	+/-0.0015

注:他の LDL は、異なる注入量とクロマトグラフィー条件で取得できます。

**安定性:**

サンプル:99.750% H2

Start	H2
2020-07-16 10:28	99.756%
2020-07-16 10:26	99.756%
2020-07-16 10:25	99.756%
2020-07-16 10:24	99.756%
2020-07-16 10:22	99.756%
2020-07-16 10:21	99.756%
2020-07-16 10:19	99.756%
2020-07-16 10:18	99.755%
2020-07-16 10:16	99.755%
2020-07-16 10:15	99.755%
2020-07-16 10:14	99.755%





A Company of



www.ldetek.jp  
 Mail : info@ldetek.jp  
 ミッシェルジャパン株式会社

証明:

ATEX


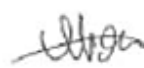



 <b>IECEx TEST REPORT of NATIONAL DIFFERENCES</b>	
ExTR Reference Number.....:	CA/QPS/ExTR19.0028/00
ExTR Free Reference Number .....	X35775-1
Compiled by + signature (ExTL) .....	Alenko Vranes 
	Kerry Nice, A.Sc.T. 
Reviewed by + signature (ExTL).....:	Rob Kohuch, P. Eng. 
Date of issue .....	January 24, 2020
Ex Testing Laboratory (ExTL) .....	QPS Evaluation Services Inc.
Address .....	81 Kelfield St, Unit 8, Toronto, ON M9W 5A3
Applicant's name .....	LDetek Inc.
Address .....	990 Rue Monfette E Thetford Mines, QC G6G 7K6, Canada
Country/Region .....	Europe: Switzerland (CH), Czech Republic (CZ), Germany (DE), Denmark (DK), Finland (FI), France (FR), United Kingdom (GB), Hungary (HU), Italy (IT), the Netherlands (NL), Norway (NO), Romania (RO), Sweden (SE) and Slovenia (SI)
Standards .....	EN 60079-0:2012/A11:2013; EN 60079-2:2007; EN 60079-7:2007; EN 60079-11:2012; EN 60079-18:2009.
Test Report Form Number .....	ExTR National Differences_3 (released 2018-02)
<p><b>Copyright © 2018 International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards Relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres (IECEx System), Geneva, Switzerland. All rights reserved.</b></p> <p>This blank publication may be reproduced in whole or in part for non-commercial purposes as long as the IECEx System is acknowledged as copyright owner and source of the material. The IECEx system takes no responsibility for, and will not assume liability for, damages resulting from the reader's interpretation of the reproduced material due to its placement and context.</p>	

No national differences between below European standards and International standards		Verdict
European Standards:	International Standards:	
EN 60079-2:2007	IEC 60079-2:2007 Edition 5.0	Pass
EN 60079-7:2007	IEC 60079-7:2006 Edition 4.0	Pass
EN 60079-11:2012	IEC 60079-11:2011 Edition 6.0	Pass
EN 60079-18:2009	IEC 60079-18:2009 Edition 3.0	Pass

A Company of




IECEX

		IECEX TEST REPORT COVER
ExTR Reference Number.....:	CA/QPS/ExTR 19.0028/00	
ExTR Free Reference Number.....:	X35775-1	
Compiled by + signature (ExTL).....:	Alenko Vranes	
Reviewed by + signature (ExTL).....:	Kerry Nice, A.Sc.T.	
Reviewed by + signature (ExTL).....:	Rob Kohuch, P. Eng.	
Approved by + signature (ExCB).....:	Dave Adams, P. Eng.	
Date of issue.....:	February 21, 2020	
Ex Testing Laboratory (ExTL).....:	QPS Evaluation Services Inc.	
Address.....:	81 Kelfield St. Unit 7-9, Toronto, Ont. M9L 1S1, Canada	
Ex Certification Body (ExCB).....:	QPS Evaluation Services Inc.	
Address.....:	81 Kelfield St. Unit 7-9, Toronto, Ont. M9L 1S1, Canada	
Applicant's name.....:	LDetek Inc.	
Address.....:	990 Rue Monfette E Thetford Mines, QC G6G 7K6, Canada	
Standards associated with this ExTR package.....:	IEC 60079-0:2011, Edition 6.0 IEC 60079-2:2007, Edition 5.0 IEC 60079-7:2006, Edition 4.0 IEC 60079-11:2011, Edition 6.0 IEC 60079-18:2009, Edition 3.0	
Clauses considered.....:	All clauses considered	
Related Amendments, Corrigenda or ISHs.....:	All items are considered	
Test item description.....:	Gas Chromatograph MultiDetek 2 EX	
Model/type reference.....:	MultiDetek Ex	
Code (e.g. Ex _ II_ T_).....:	Ex eb ib mb pxb IIB+H2 T4 Gb	
Rating.....:	MultiDetek 2 EX	
	Purge Controller Power: 230 V AC, 47 – 63 Hz, 660 Watts	
	Maximum sample gas pressure: 689 mbar (10 psi)	
	Minimum purge flow: 120 l/min	
	Minimum purge time: 78 minutes	
	Maximum overpressure: 6.7 mbar	
	Minimum overpressure: 1.24 mbar	
	Maximum supply air pressure: 6.9 bar	
	Minimum supply air pressure: 1.4 bar	
	Door clamps tightening torque: 3.4 – 3.9 Nm	

A Company of



		<h2>IECEX Test Report Summary</h2>
<p><b>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION</b>  <b>IEC Certification System for Explosive Atmospheres</b>  <small>for rules and details of the IECEx Scheme visit <a href="http://www.iecex.com">www.iecex.com</a></small></p>		
ExTR Ref. No.:	<b>CAI/QPS/ExTR19.0028/00</b>	Page 1 of 1
ExTR Free Ref. No.:	<b>X35775-1</b>	Status: <b>Issued</b>
List of Standards Covered:	<b>IEC 60079-0:2011 Edition:6.0, IEC 60079-11:2011 Edition:6.0, IEC 60079-18:2009 Edition:3, IEC 60079-2:2007-02 Edition:5, IEC 60079-7:2006-07 Edition:4</b>	Date of issue: 2020-02-21
Issuing ExTL:	<b>QPS - QPS</b>	
Endorsing ExCB:	<b>QPS - QPS</b>	
Manufacturer:	<b>LDetek Inc. 990 Rue Monfette E Thetford Mines G6G 7K6 QC</b>	
Location of Manufacturer:	<b>Canada</b>	
Ex Protection:	<b>Ex eb ib mb pxb IIC T4 Gb</b>	
Ratings:	<b>115 V AC, 25 A, 50/60 Hz IP55</b>	
Equipment:	<b>Gas Chromatograph</b>	
Model Reference:	<b>MultiDetek 2 EX</b>	
Related IECEx Certificates:	<b><a href="#">IECEX QPS 19.0032X Issue 0</a></b>	
Comments:		



## CE

EMC 指令 2004/10EC の免除については EN 61000-6-2-2005、  
排出については EN61000-6-4:2007 に準拠しています。

文書番号 # 53220/EMC 試験レポート

Test name Standard	Limit Test level	EUT	Results
Measurement of conducted emissions CISPR 22: 2008	Class A	E35421 E35422 E35423	Pass
Measurement of radiated emissions CISPR 22: 2008, up to 6 GHz	Class A	E35421 E35422	Pass
Measurement of conducted emissions FCC Part 15: 2015, Subpart B	Class A	E35421 E35422 E35423	Pass
Measurement of radiated emissions FCC Part 15: 2015, Subpart B, up to 8 GHz	Class A	E35421 E35422	Pass
Radiated electromagnetic field immunity – radio frequencies IEC 61000-4-3: 2006 A1: 2007 A2: 2010	10 V/m 80-1000 MHz 3 V/m 1.4-2.7 GHz	E35421 E35422	Pass
Conducted immunity IEC 61000-4-6: 2008	10 V power	E35421 E35422	Pass
Electrostatic discharge immunity IEC 61000-4-2: 2008	±4 kV contact ±8 kV air	E35421 E35422	Pass
Electrical fast transient immunity IEC 61000-4-4: 2012	±2 kV power	E35421 E35422	Pass
Surge immunity IEC 61000-4-5: 2005	±1 kV L - L ±2 kV L - Ground	E35421 E35422	Pass
Magnetic field immunity IEC 61000-4-8: 2009	30 A/m / 50 Hz	E35421 E35422	Pass
Voltage dips, short interruptions and voltage variation immunity IEC 61000-4-11: 2004	0% - 1 cycle 40% - 10 cycles 70%, 25 cycles 0% - 250 cycles	E35421 E35422	Pass

## 結論:

MD2 は、PlasmaDetek2 検出器と TCD および水晶センサーを 1 つのシステム内に組み込むことで、最適な再現性と直線性を保って求められる検出限界で、全ての汚染物質を測定できます。機器構成の柔軟性を生かして、要件に合わせて機器の校正を適合させることができます。MD2 のシステムは、小型のラックマウントタイプです。計測に必要な機材が全て格納されている LDRack システムを使用して、任意の安全な区域に設置できます。防爆(危険)区域での設置が求められている場合は、防爆区域での測定用途向けに認定された加圧筐体を選択します。屋外温度(-30~+40℃)向けに校正された温度制御ソリューションによって、LDetek 社のシステムは屋内および屋外でも使用する事ができます。業界標準に則って水素燃料電池向けの水素を測定するための認定要件を満たした、1つの選択肢です。



参考文献:

---

燃料電池車の水素燃料品質  
SAE J2719 SEP2011  
<http://www.sae.org>

微量水分分析用の MultiDetek2GC に統合された水晶センサーの設計レポート:

MultiDetek2GC および LDP1000 ガス清浄機の EMC テストレポート  
CRIQ ファイル 670-53220

ATEX および IECEx のテストレポートと認証  
QPS:ExTR 参照番号 CA / QPS / ExTR19.0028 / 00

本資料に関する、詳細、質問については、お気軽に下記までお問い合わせください。

ミツセルジャパン株式会社 LDetek 事業部

WEB : [www.ldetek.jp](http://www.ldetek.jp)

Mail : [info@ldetek.jp](mailto:info@ldetek.jp)



A Company of



[www.ldetek.jp](http://www.ldetek.jp)  
Mail : [info@ldetek.jp](mailto:info@ldetek.jp)  
ミツセルジャパン株式会社