



## アセチレンコンバーター アプリケーション

ポリマーグレードのエチレンを安定して生産するには、規格外のエチレン生成を最小限に抑える必要があります。そのためには、迅速かつ正確なアセチレン濃度の連続測定が欠かせません。また、最終製品に含まれる不純物を最小限に抑えるためには、アセチレンコンバーターでのアセチレン濃度のリアルタイム監視が重要です。アセチレンコンバーター入口のアセチレン濃度は1 vol%以上になることがありますが、アセチレンコンバーター出口では数ppmになるように制御されます。したがって、アセチレンコンバーター(図1)における最大変換率を達成するためには、入口と出口でガス分析を行い、水素と一酸化炭素の注入によって反応を最適化することが有効です。この制御によって、一酸化炭素が高い場合には触媒の一酸化炭素被毒を最小限に抑え、一酸化炭素が低すぎる場合には触媒の過剰活性を防ぐことを実現します。以下に、ガス組成例を示します。

### ・アセチレンコンバーター 入口

- 反応炉のフィードフォワード制御に必要なアセチレン濃度
- 反応制御に必要な一酸化炭素濃度

アセチレンコンバーター 入口			
成分名	プロセスレンジ	成分名	プロセスレンジ
水素, H <sub>2</sub>	0.5 - 2.0 vol%	プロピレン, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.01 - 0.9 vol%
メタン, CH <sub>4</sub>	0.03 - 0.2 vol%	プロパン, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.01 - 0.8 vol%
アセチレン, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.1 - 1.0 vol%	一酸化炭素, CO	0.01 - 0.1 vol%
エチレン, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	50 - 75 vol%	二酸化炭素, CO <sub>2</sub>	0 - 5 ppm
エタン, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	15 - 40 vol%		

### ・アセチレンコンバーター 出口

- 反応炉のアセチレン濃度
- スタートアップや想定外の反応発生時に対応できるアセチレンの測定レンジ

アセチレンコンバーター 出口			
成分名	プロセスレンジ	成分名	プロセスレンジ
水素, H <sub>2</sub>	100 - 200 ppm	プロピレン, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.1 - 0.6 vol%
メタン, CH <sub>4</sub>	0.03 - 0.2 vol%	プロパン, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.01 - 0.2 vol%
アセチレン, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0 - 50 ppm	一酸化炭素, CO	0 - 10 ppm
エチレン, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	50 - 75 vol%	二酸化炭素, CO <sub>2</sub>	0 - 5 ppm
エタン, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	20 - 40 vol%		

\*成分名/プロセスレンジは2022年1月当社調べ

## C<sub>2</sub>スプリッター アプリケーション

C<sub>2</sub>スプリッター入口の測定により、成分分離のフィードフォワード制御が可能になります。また、出口を監視することで、規格外製品のフレア処理や、エチレンの純度レベルを維持するためのリサイクル処理をリアルタイムに対応することができます。

### ・C<sub>2</sub>スプリッター 入口

- 分離のフィードフォワード制御に必要なアセチレン濃度

C <sub>2</sub> スプリッター 入口			
成分名	プロセスレンジ	成分名	プロセスレンジ
水素, H <sub>2</sub>	100 - 200 ppm	プロピレン, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.1 - 0.6 vol%
メタン, CH <sub>4</sub>	0.03 - 0.2 vol%	プロパン, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.01 - 0.2 vol%
アセチレン, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0 - 50 ppm	一酸化炭素, CO	0 - 10 ppm
エチレン, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	50 - 75 vol%	二酸化炭素, CO <sub>2</sub>	0 - 5 ppm
エタン, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	20 - 40 vol%		

### ・C<sub>2</sub>スプリッター 出口

- リサイクルやフレア処理のための混入物アセチレンの制御

C <sub>2</sub> スプリッター 出口			
成分名	プロセスレンジ	成分名	プロセスレンジ
水素, H <sub>2</sub>	100 - 200 ppm	プロピレン, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0 - 50 ppm
メタン, CH <sub>4</sub>	0.03 - 0.2 vol%	プロパン, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0 - 50 ppm
アセチレン, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0 - 50 ppm	一酸化炭素, CO	0 - 10 ppm
エチレン, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	99 vol%	二酸化炭素, CO <sub>2</sub>	0 - 5 ppm
エタン, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0 - 400 ppm		

\*成分名/プロセスレンジは2022年1月当社調べ

## IRLAMによるPLGA-1000の特長・性能

PLGA-1000に搭載の「IRLAM(Infrared Laser Absorption Modulation)」は、量子カスケードレーザー、ヘリオットセル(多重反射セル)、濃度演算アルゴリズムそれぞれに、独自新技術を採用することによって、高感度かつ高速計測、オペレーションコスト低減および設置面積低減を実現しました。また、最大4台のレーザーを搭載することで、多成分の同時かつ高速計測を可能としました。量子カスケードレーザーは自社開発・生産のため、ガスセンシングの用途に応じて特定の波長を作り出すことができます。独自の干渉・共存影響補正技術を利用することにより、IRLAMは高い信頼性を誇っています。

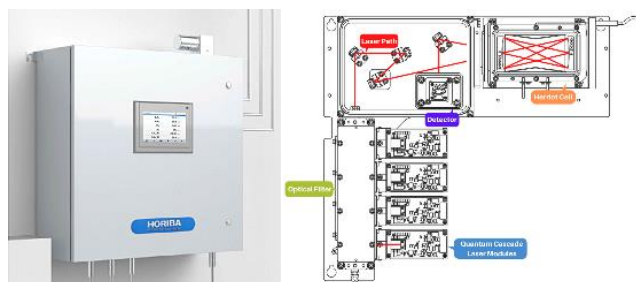


図2 左: PLGA-1000外観 右: 光路

干渉影響とは、ターゲットガスに干渉ガスの吸収スペクトルが重なっている場合に影響がでる現象です。共存影響とは、ターゲットガスと共存するガスとの相互作用により、ターゲットガスのスペクトル幅が変化する現象です。これらの現象により濃度演算時に正しく処理できず、正しい濃度を測定することが困難になります。IRLAM技術では独自の干渉補正や共存補正を利用し、吸収信号から「特徴量」と呼ばれるデータを抽出し、そのデータを用いて演算することで、高速・高精度な濃度演算を実現しました。

PLGA-1000では、従来の技術に比べてより高いSN比を実現することができました。図3は、一酸化炭素をおよそ1 ppm導入時、図4は、二酸化炭素をおよそ1.5 ppm導入時の安定性をそれぞれ示しており、検出限界を 100 ppb 以下に低減することができました。

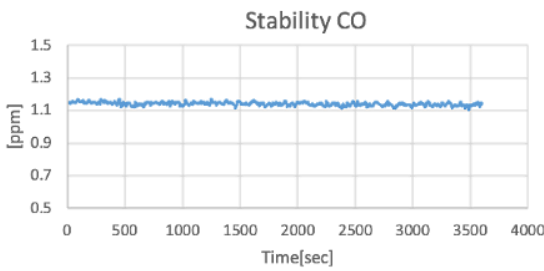


図3: CO測定安定性

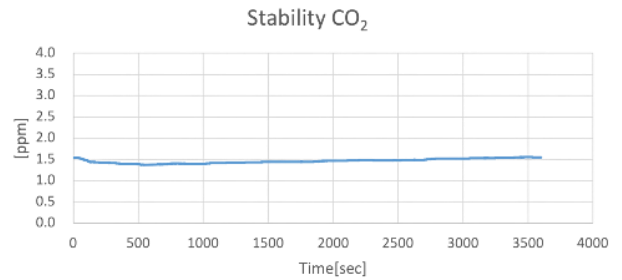


図4: CO<sub>2</sub>測定安定性

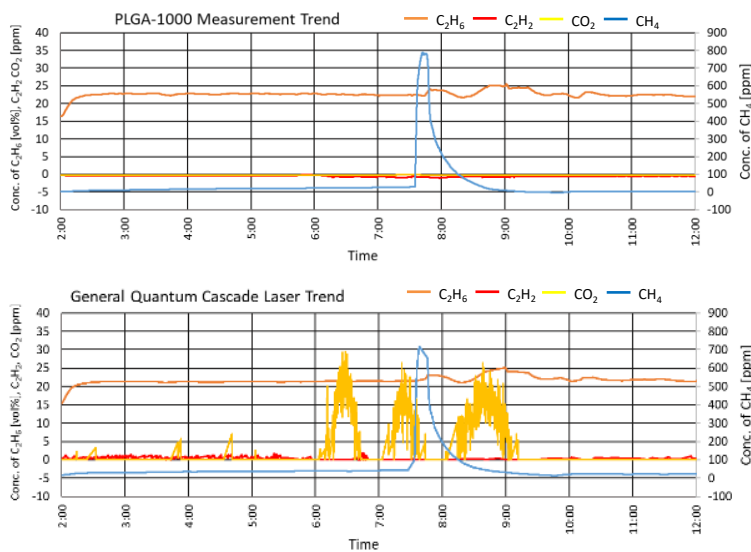


図5: PLGA-1000と従来方式との測定比較例

図5は、PLGA-1000を用いたエチレンプラントのC<sub>2</sub>スプリッター入口における測定結果の一例です。上段がPLGA-1000、下段がIRLAMを使用していない従来方式のレーザーガス分析計の測定例で、同時刻に、メタン、エタン、アセチレン、二酸化炭素を測定しています。午前7:30にメタンのピーク計測後、エタンの濃度が変動しています。PLGA-1000では、信号対ノイズ比と検出限界の改善が観察されています。また、二酸化炭素とアセチレンの低濃度域において、従来方式より安定した測定を実現しています。

## オペレーションコスト低減

IRLAM技術を利用したPLGA-1000は、従来からプロセス制御に使用されているプロセスガスクロマトグラフ(GC)に比べてオペレーションコストを低減することが可能です。その一例として、ガスクロマトグラフでは成分を分離計測するためにはカラムという部品を使用しますが、このカラムは定期的な交換が必要な消耗部品です。一方、PLGA-1000では光源に量子カスケードレーザーを使用して各成分を直接計測するため不要です。また、光源にレーザーを用いることによって、ガスクロマトグラフに比べて交換部品などのコストを大幅に低減することができます(図6に米国での比較例を示す)。

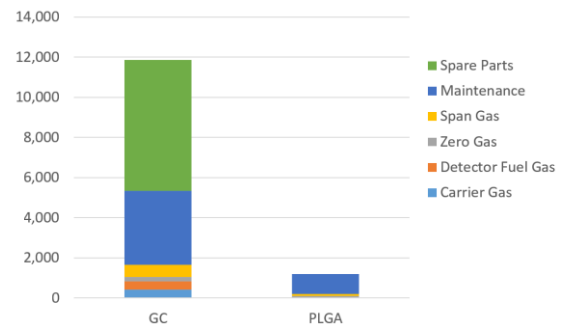


図6: 年次オペレーションコスト比較例(単位:USD)


\*2021年当社調べ

## まとめ

PLGA-1000は、IRLAM技術と量子カスケードレーザーを組み合わせた最先端のプロセス用レーザーガス分析計です。エチレンプラント内のアセチレンなどの不純物濃度をリアルタイムに測定することで、安全で効率的なプラント制御を実現でき製造プロセスでの生産性、コスト、品質等の改善や環境負荷低減に貢献します。

名称	プロセス用レーザーガス分析計
形式	PLGA-1000
測定方式	非分散形赤外線吸収方式 (NDIR)
光源	量子カスケードレーザー
レーザクラス	Class 1 (IEC 60825-1: 2014に基づく)
測定成分*1	メタン(CH <sub>4</sub> )、エタン(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )、アセチレン(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )、二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )
測定レンジ	CH <sub>4</sub> : 0-2000 ppmまたは0-5 vol% C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> : 0-50 vol% C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 0-50 ppm CO <sub>2</sub> : 0-200 ppm
繰返し性	フルスケールの±1.0 %
直線性 (指示誤差)	フルスケールの±1.0 %
応答時間	T <sub>d</sub> + T <sub>90</sub> : 3秒 (分析計入り口でのガス流量が1.6 L/minの場合)
ゼロドリフト	フルスケールの±2.0 %/月
スバンドリフト	フルスケールの±2.0 %/月
データ更新周期	1秒
校正周期	1ヵ月
周囲温度	-10 °C~50 °Cまたは-10 °C~45 °C (直射日光無きこと。輻射熱、伝熱によるケース温度上昇を含む) ※周囲温度の仕様により保護ガス流量は異なる

\*1: その他の成分についてはお問い合わせください。

ケース保護等級	IP66, NEMA4X
危険場所の分類	US, Canada: Class I, Division 2, Groups A, B, C, D T4 US: Class I, Zone 2, AEx pzc IIC T4 Gc IECEX, Canada: Ex pzc IIC T4 Gc ATEX, UKCA:  IIC3G Ex pzc IIC T4 Gc
接ガス部材	SUS316、SUS304、BaF <sub>2</sub> 、FKM、PTFE、Au、Ni
ガス接続径	NPT1/4、NPT1/2 (オプション: N <sub>2</sub> ジェネレーター)
圧力異常警報出力	3点 (ケース、光学系ユニット、セル) 各端子でDC 5-24 V、1 A
通信機能	Modbus™/TCP
アナログ出力	4点 (ガス濃度) 4-20 mA 最大負荷: 550 Ω
接点出力	3点 (校正中/総合警報/測定中) リレー接点出力 (絶縁出力) 各端子でDC 5-24 V、1 A
デジタル出力	1点 (信号遮断器電源制御リレー用) DC 24 V、100 mA以下
外形寸法	最大: 664 mm (W) × 270 mm (D) × 704 mm (H) (突起部含む)
質量	標準: 46 kg 最大: 50 kg (製品仕様により異なる)
電源電圧	AC 100-120 V 50 Hz/60 Hzまたは AC 200-240 V 50 Hz/60 Hz
消費電力	最大250 VA

■Modbusは、Schneider Electric USA Inc.の商標です。