

LNG 用のラマン技術

LNG プロセスストリームのリアルタイム組成測定





お客様の課題の解決こそが Endress+Hauser のミッション

LNG プロセスの複雑さを簡素化

成長、生産性、安全性のバランス 液化天然ガス（LNG）処理の効率的な運用において大きな課題となっているのは、プロセスおよび環境条件の変動や、未処理天然ガスの組成の変動です。ガス取引の急速な拡大と世界的に発展する統合されたガス市場も、プラントの安全性を確保しつつ、成長と生産性のバランスを取ることを困難にしています。

MR 組成の監視 天然ガスの大部分は、陸上または海底のガスパイプラインを経由して気体の状態で輸送されます。ストランデッドガス田の場合、あるいは輸送距離が長い場合は、輸送や貯蔵の前に天然ガスを液化する方が経済的です。天然ガスを LNG に液化するには、多くの場合、混合冷媒（MR）プロセスが用いられます。MR の組成を監視することは、効率的な液化プラントの運用に不可欠です。

LNG の組成および熱量の測定 LNG の組成および熱量を正確に測定することは、液化プロセスの最適化と貯蔵タンクへの LNG 移送において極めて重要です。また、取引計量の段階でも、取引製品の正確な測定値を両当事者が把握できるよう、最高の精度が要求されます。わずか 1% のエネルギー移送の不確かさであっても、買い手または売り手に数十万ドルの損失をもたらすなど、多大な経済的影響を与える可能性があります。

Endress+Hauser のラマン分光に基づく LNG 製品ラインナップは、LNG プロセスの安全、正確、経済的な測定と制御を実現することによって、これらの課題を解決します。



7億トン：2040年までのLNG需要の成長見通し

将来性のあるラマン技術

迅速で、実績があり、信頼性の高い LNG プロセス測定

従来、LNGの組成測定では、ガスクロマトグラフ(GC)と気化器を組み合わせ使用し、LNGをガスに変換して分析する必要がありました。不完全な気化や事前気化により、測定誤差や精度の低下が発生し、取引製品の測定値の不確かさが大きくなる可能性があります。また、気化器は頻繁なメンテナンスが必要であり、運転コストも増加します。ラマン技術により、気化器が不要になり、これらの課題の多くを解決できます。

ラマン分光法を利用するLNG計測システムでは、LNGサンプルに光ファイバーで接続されたプローブを直接挿入でき、プローブはアナライザから数百メートル離れた場所に配置できます。ラマン分光に基づく測定技術は、現場で量と発熱量の組成をリアルタイム測定することにより、他のLNG測定技術と比べて、よりシンプルで高い安定性を実現し、メンテナンスの必要性を減少させます。ラマンシステムは、完全な組成分析を通じてLNGの品質を測定して、液化および再ガス化プロセスを最適化し、取引計量用にさらに信頼性の高いデータを提供します。

ラマン技術は、長年にわたり、さまざまなLNGアプリケーションや世界中の拠点に導入されてきました。ラマン分光法は信頼性が高く、現場での試験を経て、検証済みの計測技術と多くの実証済みの利点を備えています。LNG業界において、このプロセス測定技術は急速に推奨される技術となりつつあります。



現在のLNG技術の課題

- 気化器の動作不良による低いデータ品質
- 気化システムのメンテナンスの手間がかかる
- 複雑な設置およびユーティリティ(キャリアガスおよび検証ガスボンベ、サンプルライン、専用キャビネットが必要)
- 売り手と買い手の間で、保持サンプリングシステムの設置に関して頻繁に紛争が発生

LNG用のラマン技術の利点

- 気化器またはGCが不要
- 消耗品が少なく、必要なメンテナンスが最小限
- 測定時間を短縮し、効率を向上
- プラントの安全性と可用性を向上
- 一台のラマン分光計で最大4つのストリームを測定

弊社のラマンLNG光学分析製品ラインナップ

最も信頼されているラマン分光分析装置とプローブ技術

LNG用のEndress+Hauserラマン製品ラインナップは、比類のない精度で組成分析を行います。Kaiserラマンテクノロジーを搭載した弊社のラマン分光計システムは、LNGプロセスストリームのインラインリアルタイム測定を可能にします。プロセスの完全な見える化を容易に実現できるため、LNG運用の安全性と効率性を継続的に維持するとともに、プラントの可用性を最大限に高めることができます。

実際のLNGアプリケーションの専門知識 私たちは、世界中の複数の陸上および海上拠点でラマン分光計とプローブの設置を成功させてきた経験から、実証済みのLNGノウハウを提供することができます。LNGプロセス用の測定ツールとして定評がある弊社のラマン技術は、現場で試験され、第三者による計測検証が行われています。

LNGラマン製品のユニークな特長

- アナライザごとに最大4チャンネルまで測定可能
- 堅牢で信頼性の高いリアルタイムのインラインプロセス測定
- プロセスの理解、制御、主要な品質パラメータの監視の向上
- 24時間365日接続可能な使いやすい組込み制御ソフトウェア
- 効率化された校正および検証手順
- 独自の自己監視および自己診断機能
- シームレスなアナライザ/プローブ構造
- 簡素化されたプロセス機器と設置、最小限のメンテナンス要件
- ISO 9001:2015 および危険場所設置に関する各種認証
- 現場で試験された、検証済みのLNG計測技術

Endress+Hauserの利点 重要なLNGプロセス測定点については、計装機器を適切に設置することにより、運用の安全性と信頼性が保証されます。Endress+Hauserなら、KaiserラマンテクノロジーとLNGプロセスオートメーションの専門知識を組み合わせることができます。お客様のLNG事業を全面的にサポートするために必要な専門知識を有する弊社のサービスエキスパートが、世界中で活躍しています。

30年以上

ラマン分光法の専門知識

2,000台以上

ラマンプロセスアナライザを
世界中に設置

75件以上

ラマン分光およびホログラフィック技術に関する
米国の特許取得



ラマン分光分析装置による24時間365日のプロセスの可視化と制御



国際的に認められた規格と認証の遵守



プラントの安全性の確保

堅牢な光ファイバーケーブルで伝送されるレーザー光を使用して、サンプルを現場で分析できるため、LNGをアナライザやアナライザシェルターに移送する必要がなくなります。サンプルはベースユニットから最大500メートル離れていても分析可能なため、作業員が有害物質に暴露するリスクが減り、安全性が向上します。



効率の最適化

弊社のラマンシステムは、1台のアナライザで最大4つのストリームを測定でき、ストリーム1つあたりのコストを削減できます。気化器が不要になることから、ラマン分光計は、同等の測定不確かさを実現する上で、メンテナンスの手間を大幅に軽減します。また、非破壊測定により、廃棄物や潜在的な排出、フレアリングも低減します。消耗品がほぼ不要なため、運転効率も向上します。

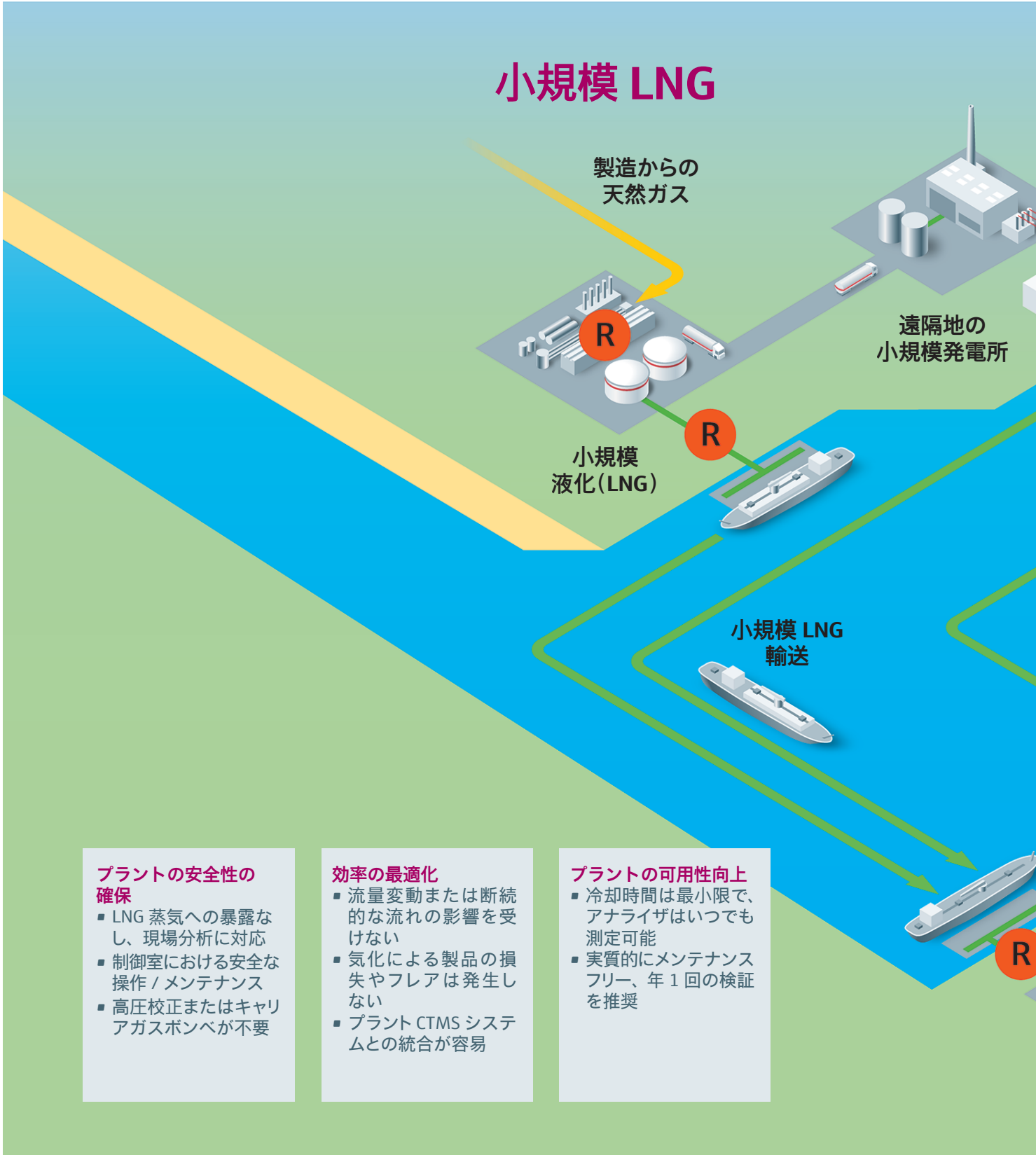


プラントの可用性向上

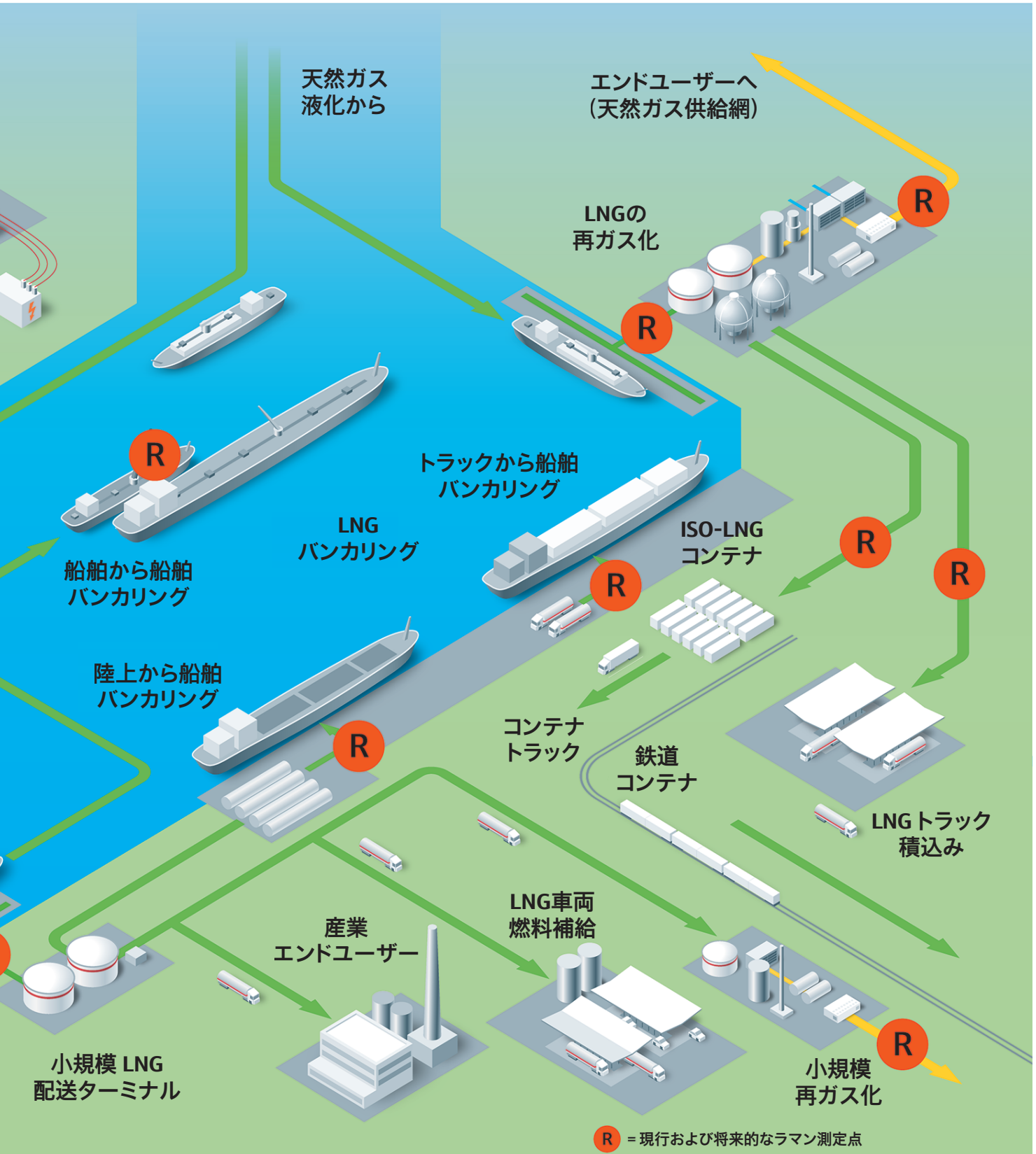
弊社のラマン分光計は、極低温液相のLNGを現場で測定できるため、メンテナンスの手間やコストのかかる気化器が不要になります。ラマン測定では、測定品質を確保するための気化器の長時間冷却が不要であり、LNGが流れるタイミングですぐに測定を開始できます。また、必要なメンテナンスが最小限に抑えられるため、システムを実質的に無人で運転することができ、プラントの可用性がさらに高まります。

Endress+Hauserのサポート体制

ベースロード取引計量のための信頼性の高い測定から ...



...トラック積み込みやバンカリング用の効率的なLNGまで



LNG バンカリングの安全性を確保

LNG バンカリングのより安全なソリューション 船舶用燃料としての LNG の使用が増加しているのは、IMO（国際海事機関）が新たに採択した MARPOL 条約における硫黄排出基準の厳格化が一因です。これに伴い、船舶間の燃料移送を行う LNG バンカー船が、よく利用されるようになってきました。バンカリング中の LNG のエネルギー含有量測定における課題の 1 つとして、極低温流体の取扱いがあります。さらに、さまざまな原産地からの LNG の混合や貯蔵条件下での劣化により、LNG の組成は変化します。移送する貨物の正確な品質測定は、LNG バンカー燃料取引に不可欠な要素であり、作業の安全性を確保する上でも重要です。

この分野における Endress+Hauser のノウハウ 現在、弊社のラマン分光計とプローブは、世界各地のバンカー船に設置されており、バンカリングアプリケーションにおいてさまざまな利点をもたらすことが実証されています。これらのラマン LNG バンカリングシステムの検証は EffecTech* が行い、ベルギーの Zeebrugge LNG ターミナルの現場で検証されました。弊社の LNG 取引計量用ラックマウント型 Raman Rxn4 アナライザは、バンカー船の制御室や計器室に容易に設置でき、船舶の制御コンピュータに接続できます。このようにアナライザを配置することで、バンカー船から受入船に移送される LNG や、陸上施設からバンカー船に積み込まれる LNG に対して、安全で信頼性が高く、堅牢な測定を行うことができます。

*EffecTechは、直接測定用LNGアナライザのUKAS認定校正サービスを提供しています。



主な特長

- 容易に導入可能：ケーブルトレイまたはコンジット内の光ファイバーケーブルを使用してアナライザと光学式プローブを接続
- LNG ストリームの組成と発熱量の正確で信頼性の高い直接測定
- 消耗品を排除して、運転コストを削減
- LNG 事業全体の安全性が向上



LNGトラック積込み効率の最適化

迅速な LNGトラック積込み トラックによる LNG の輸送は、天然ガスパイプラインインフラを利用できない顧客に天然ガスを供給するコスト効率の高い手段として、天然ガスインフラの重要な部分を占めています。これらの施設では、LNG を「バッチモード」プロセスで移送し、各移送の所要時間は 30 ～ 90 分です。このような施設の取引計量測定システムは、直ちに準備が完了して測定できる「瞬時稼働」機能を備える必要があります。気化器を使用する従来のシステムでは、正確な測定を開始する前に、安定化のために LNG に対して最大 2 時間の暴露が必要でした。



弊社の LNG 産業での経験を活かして、お客様のあらゆるアプリケーションに最適なソリューションを見つけることができます

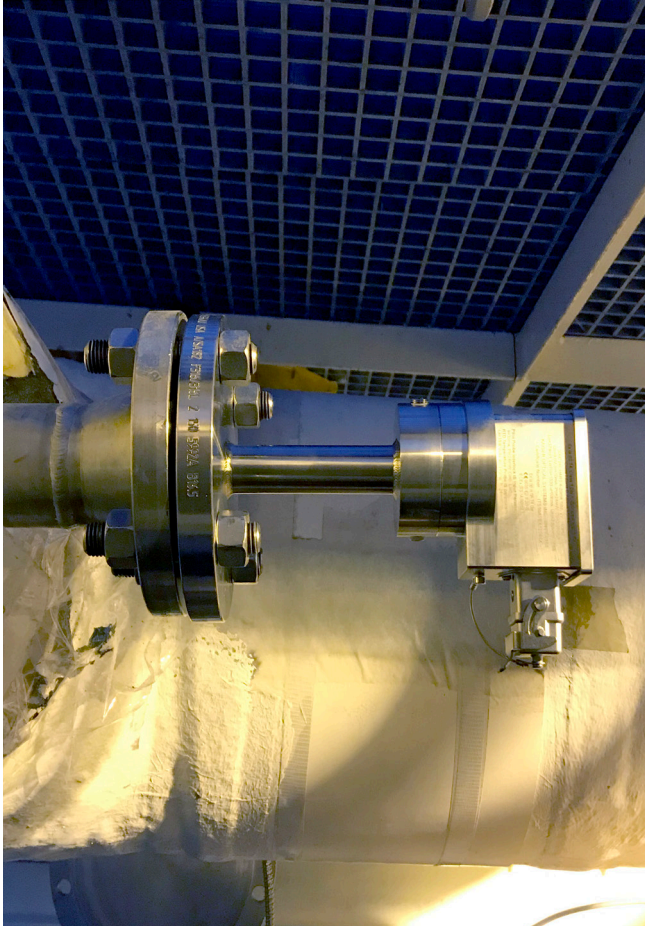
この分野における Endress+Hauser のノウハウ 現在、世界中の多数の LNG トラック積込み拠点に設置されている弊社のラマンシステムは、EffecTech で検証されており、高い精度と信頼性が証明されています。Raman Rxn4 アナライザは、トラックへの積込みが始まると直ちに測定を開始できます。定常流動に達した直後に、高品質測定を実現します。アナライザを施設の制御室に組み込んで測定を開始することができ、結果は CTMS システムに直接表示されます。

主な特長

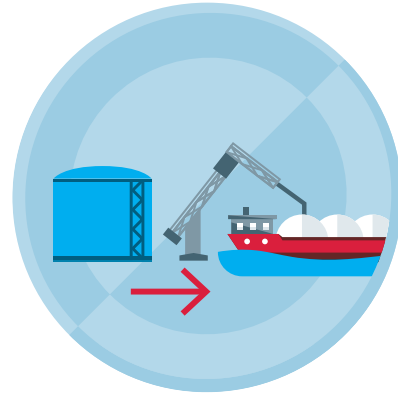
- 取引計量測定に必要な冷却時間を実質的に排除
- 必要な検証は年に 1 回のみ
- 消耗品（カラム、バルブ、キャリアガス）がほぼ不要になるため、運転コストを大幅に削減



LNG 取引計量における プラント可用性の最大化



効率的で正確な LNG 取引計量 一般的に、LNG の組成測定は GC を使用して行われます。ただし、GC を使用する際には、測定前に LNG を気化させてガス圧力を調整する必要があります。気化器では通常、不完全な気化や事前気化を回避するために、メンテナンスのためのダウンタイムが頻繁に必要になります。LNG の気化不良が起これば、元の LNG とは組成の異なるガスサンプルを測定してしまう場合があり、これにより、移送される LNG の測定値に誤差や不確かさが生じる可能性があります。



適切に設計およびメンテナンスされた気化器 / GC システムと同等の性能を備え、メンテナンス作業を低減

この分野における Endress+Hauser のノウハウ 弊社は、世界中の LNG ベースロード施設において、ラマン分光計を気化器 / GC システムと厳密に比較検証してきました。これらのシステムは、EffecTech が検証を行い、Fluxsys ターミナルの現場で検証されていますが、LNG の取引計量において多くの利点をもたらしています。Raman Rxn4 アナライザは、適切に設計およびメンテナンスされた気化器 / GC システムとほぼ同等の性能を示し、さらに、これらの従来のシステムに必要な高い運転コストや技術的な専門知識が不要です。

主な特長

- ファストループを使用して、またはプロセスパイプ内で LNG の非破壊分光測定を実行
- 業界標準の ASTM 手法と NIST 認定リファレンスを使用した、元の工場仕様に合わせた現場校正が可能になり、校正ガスが不要
- 極低温ラマン光学式浸漬プローブと産業用光ファイバケーブルを使用して、アナライザから最大 500 メートル離れたストリームを遅延なく測定
- ほぼメンテナンスフリーで使用でき、いつでも必要なときにアナライザが測定を開始可能





お客様の LNG アプリケーションに最適なアナライザをお選びください

プロセス制御アプリケーション

貯蔵タンクへの液化ランダウン / 混合冷媒の最適化

- シェルター設置による最小限の保護が必要 (周囲温度: $-20 \sim +50 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- 保護等級: IP56
- Class 1、Div 2 認証
- 最大 4 つのサンプルストリームを同時に測定可能
- 光ファイバーの長さ: 最大 250 m



Raman Rxn5 アナライザ



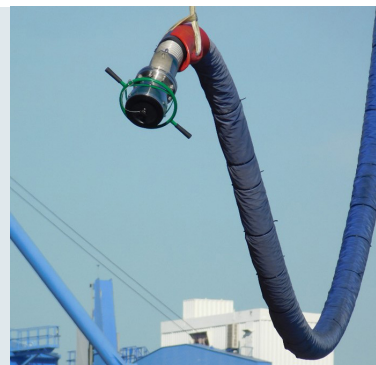
取引計量用アプリケーション

船舶のバンカリング

- 制御室に設置 (周囲温度: $0 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- 精度: $\pm 3 \text{ BTU/scf}$ (EffecTech で検証済み)
- 適切に校正されたシステムでは、 0.07 MJ/kg の不確かさを達成可能 *
- 最大 4 つのサンプルストリームの連続測定が可能
- 光ファイバーの長さ: 最大 500 m
- 世界中で設置に成功



Raman Rxn4 アナライザ



取引計量用アプリケーション

ベースロード輸入 / 輸出ターミナル

- 制御室に設置 (周囲温度: $0 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- 精度: $\pm 3 \text{ BTU/scf}$ (EffecTech で検証済み)
- 適切に校正されたシステムでは、 0.07 MJ/kg の不確かさを達成可能 *
- 最大 4 つのサンプルストリームの連続測定が可能
- 光ファイバーの長さ: 最大 500 m
- Zeebrugge LNG ターミナルで現場検証済み



Raman Rxn4 アナライザ



取引計量用アプリケーション

LNGトラックのローディング

- 制御室に設置 (周囲温度: $0 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
- 精度: $\pm 3 \text{ BTU/scf}$ (EffecTech で検証済み)
- 適切に校正されたシステムでは、 0.07 MJ/kg の不確かさを達成可能 *
- 最大 4 つのサンプルストリームの連続測定が可能
- 光ファイバーの長さ: 最大 500 m
- 世界中で設置に成功



Raman Rxn4 アナライザ



* 高精度のLNG認証基準に基づく検証が必要



Raman Rxn5 アナライザ

混合冷媒の液化 / 貯蔵タンクへの LNG 移送

Raman Rxn5 アナライザは、業界をリードするターンキー方式のレーザーベースアナライザであり、ラマン分光法を使用して、熱量およびその他の重要なパラメータを決定するためのオンラインでの定量的な LNG 組成測定を実現します。Raman Rxn5 アナライザの構造は、保守性と危険場所認証に関するユーザー要件が考慮されており、コンパクトな設置面積と最小限のユーティリティ消費が特長となっています。このレーザーベースのラマン技術の独自の特性は、液化プロセスを最適化するための LNG および混

合冷媒ストリームの組成測定において、大きな利点をもたらします。プローブごとに個別の専用レーザーが装備された Raman Rxn5 アナライザは、最大 4 つのラインを同時に測定することにより、LNG プロセスの高速化を実現します。Raman Rxn5 アナライザは屋外設置用に設計されており、アナライザシェルターは必要ありません。環境に対する堅牢性があり、ユーザーが容易にアクセスできるよう、三面シェルターや日除けの下に設置することが可能です。

特長

- LNG および気相サンプルの非破壊分析
- コンパクトで、多くの壁取付けタイプの GC より小型
- サンプルの移送および消耗品が不要、最小限のユーティリティ要件
- 最大 4 つのラインの同時測定による迅速な結果取得
- 三面シェルターまたは日除けの設置に対応
- 危険場所認証：ATEX、North American、IECEX
- IP56 壁面取付けまたはラックマウント型、密封 / パージされたエンクロージャー
- 現場で試験された、検証済みの計測技術





Raman Rxn4 アナライザ

ベースロード輸出・輸入取引計量 / LNGトラック積込み / LNG バンカリング

Raman Rxn4 アナライザは、高い測定精度が不可欠な液相 LNG プロセスに最適な選択肢となります。

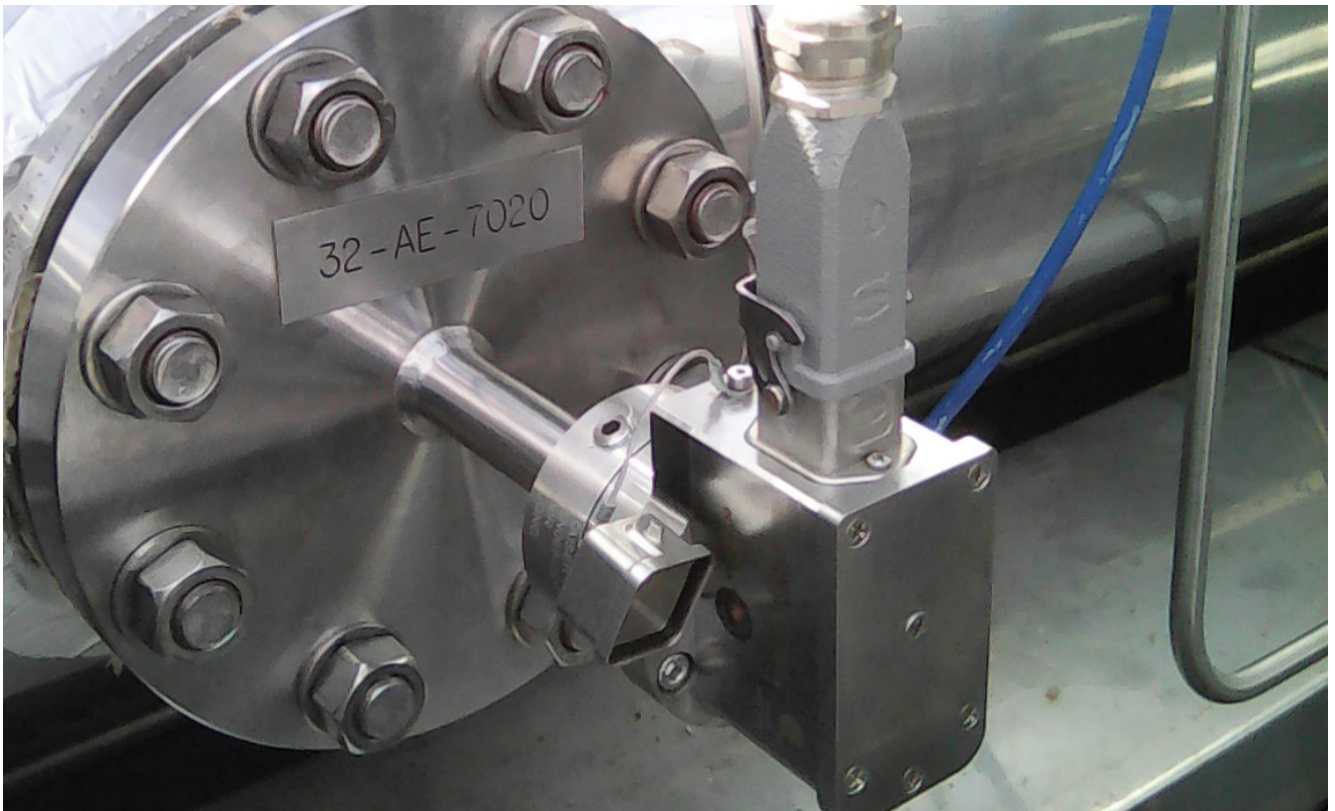
Raman Rxn4 アナライザは、極低温液体用 Rxn-41 プローブと光ファイバーで接続することにより、サンプルを気化させることなく、LNG の組成および熱量を正確に現場で分析するための強力なツールとなります。完全組み込み型で使いやすい Raman RunTime 制御ソフトウェアを搭載した Raman Rxn4 アナライザは、独自の自己監視、診断、自己校正機能を備えており、各測定の妥当性を保証します。

最大 4 つのプローブを接続可能で、複数地点での分析に対応します。標準の 19" ラックに積み重ねて設置することが可能です。これは、標準化された設置パッケージに容易に統合できるように設計されたものであり、船舶のバンカリングにおいて設置場所の利便性も提供します。Raman Rxn4 アナライザは、危険場所に出力するための認証を取得しており、オプションでステンレス製の NEMA 4X エンクロージャーが付属します。

特長

- プロセスストリームの直接インライン測定
- 1 つのアナライザで最大 4 つの測定点
- 設置が容易
- 最小限のメンテナンスで技術員の安全性が最大限に向上
- 堅牢な設計、最小限のユーティリティ要件、サンプル輸送なし、消耗品が不要
- 危険場所認証：ATEX、North American、IECEX
- 19" ラック設置；NEMA 4X エンクロージャーも使用可能
- 現場で試験された、検証済みの計測技術





極低温液体用 Raman Rxn-41 プローブ

混合冷媒 /LNG (移送、ベースロード輸出・輸入取引計量 /トラック積込み /バンカリング)

Rxn-41 プローブは、極低温液体の現場でのプロセス分析を最適化するために設計された堅牢な挿入型プローブです。LNG を極低温液体として分析することで、従来のプロセスアナライザで一般的に使用される気化器に関連する誤差が排除され、LNG の取引計量における測定値の確実性が大幅に向上します。Rxn-41 プローブと弊社のラマン分光計を組み合わせることで、定量的なラマン分光分析を可能にする強力なプロセス分析ツールが提供されます。オプション選択可能な Rxn-41 プローブにより、サン

プリングポイントをお客様の施設ごとにカスタマイズできるため、移送パイプへの直接的なフランジ取り付けによる柔軟な統合、またはメンテナンスを容易にするためのスリップストリームまたはファストループへの統合が可能です。単一ケーブル設計により、設置が合理化され、リスクの高い状況が排除されて、プロセス環境における長いファイバー配線の設置コストを最小限に抑えることができます。極低温液体用 Rxn-41 プローブは、ASME B31.3 配管規格の要件を満たすように製造されており、さまざまな ASME、DIN EN、JIS フランジに対応します。

特長

- 現場でのリアルタイム測定 - サンプル輸送が不要
- LNG を極低温液体として測定 - 気化器が不要
- 実質的にメンテナンスフリー
- 密閉型プローブ構造
- コンパクトな単一ケーブル設計により設置が容易
- 危険場所認証 : ATEX、North American、IECEX Class 1 Div 1, ゾーン 0



www.addresses.endress.com

IND1222C/33/IA/02.22