

二酸化炭素回収・有効利用・貯留 (CCUS) アプリケーション用の H_2O 、 H_2S 、 O_2 測定

特長

- CO_2 プロセスおよびパイプラインにおける信頼性の高い H_2O 、 H_2S 、 O_2 分析
- 耐久性に優れた設計と実証済みの信頼性により、機器の高い可用性を実現
- 主要な CCUS 測定点における安全性、プロセス制御、品質検証の向上
- 無干渉での正確なリアルタイム測定
- 消耗品不要で、メンテナンス作業が大幅に低減されるため、所有コストを削減
- 容易な設置やコミッショニング、機器のリモート監視機能により、メンテナンスなしでも長期間にわたりプラントオペレーションが可能
- 現場での容易な保守によるダウンタイムの最小限化
- NIST トレサブルな校正
- ASTM 試験方法および国際的な危険場所認証に対応

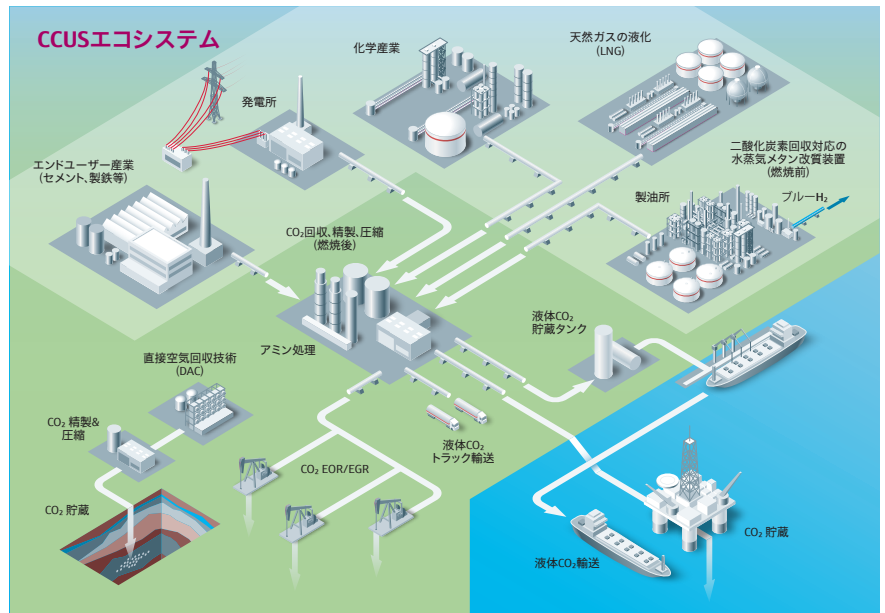


図1: CCUSエコシステム

二酸化炭素ガスストリーム中の水分(H_2O)、硫化水素(H_2S)、酸素(O_2)の迅速で信頼性の高い分析は、二酸化炭素回収・有効利用・貯留(CCUS)アプリケーションにおいて安全性、プロセス制御、ガス品質の確保に不可欠です。

エネルギー転換とCCUS

国連気候変動枠組条約で定められた、世界の二酸化炭素排出量を2030年までに45%削減し(2010年比)、2050年までに実質ゼロにするという明確な目標を達成するには、革新的な測定技術が必要です。CCUSは、この目標の達成に役立つアプローチです。CCUSには、化石燃料発電や工業汚染源(または大気)から CO_2 を分離し、再利用または永続的な深地層貯留のために輸送することが含まれます。

CCUS測定の課題

CO_2 パイプラインは腐食しやすく、 H_2O 、 H_2S 、 O_2 が含まれていると腐食が促進される可能性があります。これらの不純物の濃度を測定することは、パイプライン事業者が炭素除去プロセスを管理し、 CO_2 が品質仕様を満たしていることを確認するために役立ちます。

これらの化合物の迅速かつ正確な測定により、プロセスの検証が可能になり、規制を遵守してパイプラインの完全性を確保できます。

従来の測定技術の多くは、CO₂ガスストリームと直接接触するセンサを使用するため、センサが他のガス成分によって悪影響を受け、測定誤差や干渉、故障などが発生します。したがって、多くの場合、このようなアナライザでは、測定結果は信頼性の低いものになります。さらに、ダウンタイムが長くなるため、運転コストも増加します。

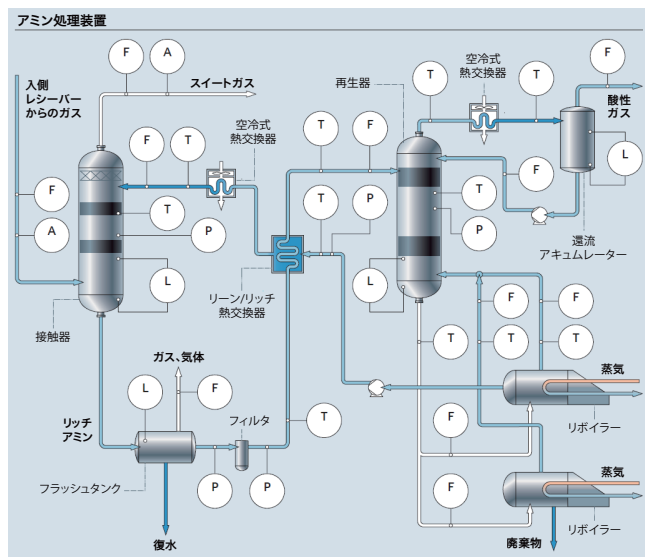


図2:アミン処理の結果分析 (A) の測定点

炭素回収と品質検証

CO₂回収に使用される主要な技術の1つに、アミン処理プロセスを利用した化学吸収法があります。アミンガススクラビングは、H₂Sの除去とCO₂の分離に非常に効果的です。図2に示すように、排気ガスは冷却され、チャンバに送り込まれて、そこで化学物質の「スクラパー」がH₂SおよびCO₂分子に結合します。高性能アナライザは、CO₂ガスストリームの重要な品質検証チェックを実行して、仕様や規制基準を満たしていることを確認するために必要となります。

さらに、酸素が含まれていると、アンプラントの性能と効率が低下する可能性があります。たとえば、酸素はアミン溶媒と反応して、CO₂の吸収力を低下させる可能性があります。酸素濃度を測定することで、事業者はプロセスを最適化して効率を最大限に高めることができます。

ラマン分光法を使用したアミンガススクラバー内のCO₂測定については、アプリケーションノート「[CO₂負荷のインライン定量測定](#)」を参照してください。

ラマンテクノロジーを使用したCCUSプロセスの成功事例については、「ラマン分光法による炭素回収プロセスの最適化 (ondemand.com)」をご覧ください。

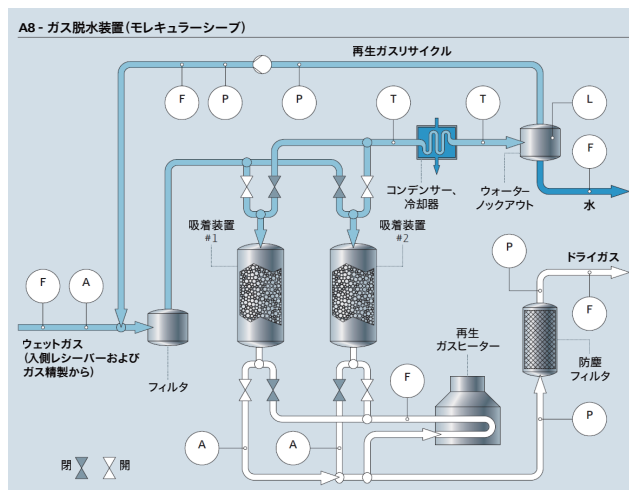


図3: モレキュラーシーブ脱水プロセス分析 (A) の測定点

CO₂の輸送

回収したCO₂は、圧縮してパイプラインで輸送する前に、脱水する必要があります。脱水は、高圧下での腐食や氷、水和物の形成を防止するために必要です。脱水には、通常、グリコールやモレキュラーシーブ乾燥などの方法が使用されます。脱水効率を最大化するには、正確な水分測定を行う必要があります(図3)。脱水後、ガス状のCO₂は圧縮および液化されて輸送の準備が完了します。ここでも、圧縮ステーションでの結露やそれに伴う腐食を防止するために、信頼性の高い水分測定が重要になります。

輸送中、CO₂パイプラインは、H₂O、H₂S、O₂にさらされると腐食のリスクが高まります。CO₂ガスストリーム中のこれらの不要な汚染物質を検出し、パイプラインとプロセスの完全性を維持するために、迅速かつ継続的なオンラインガス分析が必要です。

CO₂の再利用・貯留

圧縮されたCO₂は、炭酸飲料や化学反应用原料などの製品として再利用できます。回収したCO₂を再利用および貯留するための従来の方法として、原油増進回収 (EOR) があります。EORは、コストと気候変動の両面においてメリットをもたらします。年月の経過などにより生産効率が低下している油田に、再利用するCO₂を圧入すると、石油生産量を大幅に増加させることができ、さらにCO₂の大部分は大気中に排出されずに、そのまま地下に隔離されます。腐食や凍結を防止するために、H₂OとH₂Sの正確な測定が欠かせません。さらに、全CO₂量を測定することで、配管内の気相特性に影響を与える可能性のある窒素や水素などの不純物のレベルを特定できます (図4)。

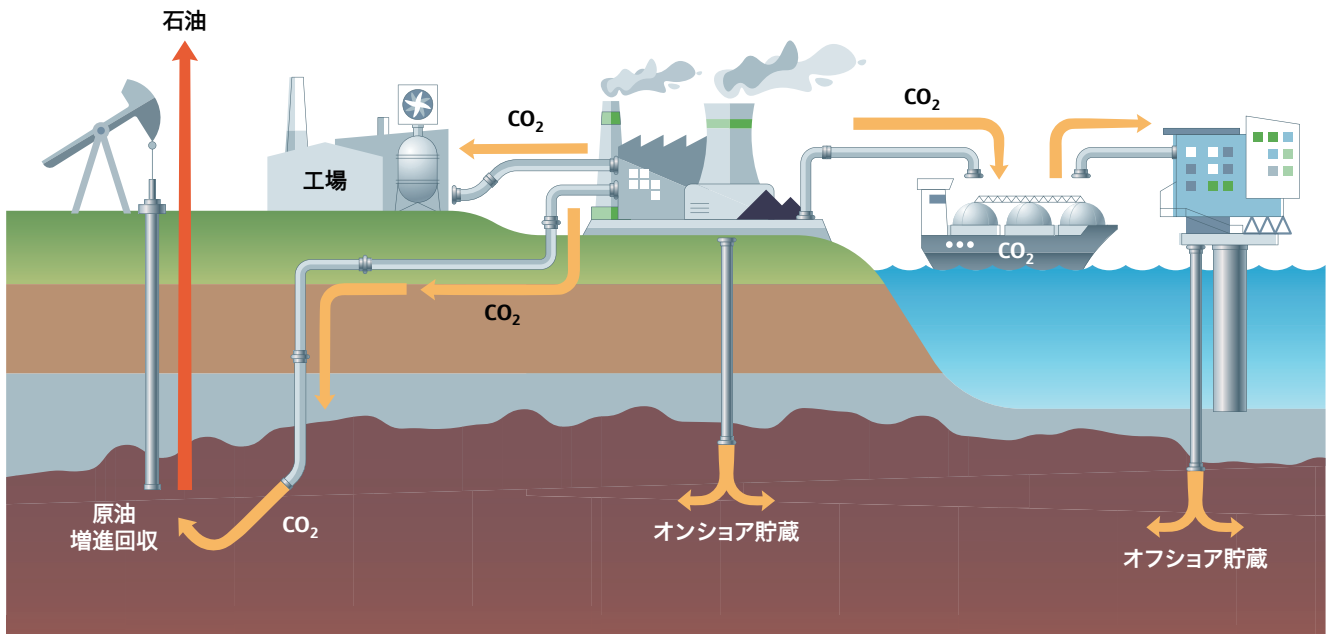


図4: CO₂の貯留・再利用のアプリケーション

Endress+Hauserのソリューション

Endress+Hauserの波長可変半導体レーザー吸光分光法 (TDLAS) および蛍光消光 (QF) アナライザは、世界各国のインストールベースにおける多数のCCUSアプリケーションでの使用実績があり、高い信頼性が実証されています。レーザーベースの技術により、リアルタイムの非接触測定を行うことができます。Endress+HauserのTDLASガスアナライザは、CO₂ガストリームに含まれるH₂Sの高精度測定が可能のため、炭素回収用のアミンスイートニングプロセスを効果的に監視できます。また、回収したCO₂を輸送する前に、コンプレッサや液化プロセスで重要な品質検証と水分量チェックも行うことができます。

CO₂のパイプライン輸送中は、TDLASアナライザでリアルタイム分析を行いながら、Endress+HauserのQFアナライザでO₂の漏れを検出することで、さらなる腐食の発生を防止できます。Endress+HauserのTDLAS/QFアナライザは、CCUSプロセス用の他の計測機器と比較して、速度、精度、安定性の面で明確に上回っており、汚染物質による干渉がなく、メンテナンス作業もほぼ不要です。

結論

エネルギー源や混合ガスの移行が進む中、CO₂を回収、利用、貯留、輸送するためのインフラは今後も非常に重要になります。プロセスオートメーションの進歩に加え、ガス組成やパイプラインインフラの変化により、安全性、アセット健全性、品質管理の向上のためのCCUSプロセスでのオンラインガス分析の必要性は、今後数十年にわたってさらに高まっていくことでしょう。

技術仕様¹

測定対象成分	CO ₂ 中のH ₂ O	CO ₂ 中のH ₂ S	CO ₂ 中のO ₂
測定原理	波長可変半導体レーザー 吸光分光法(TDLAS)	波長可変半導体レーザー 吸光分光法(TDLAS)	蛍光消光(QF)
アナライザ	J22	JT33, SS2100, SS2100a, またはSS2100i	JT33またはOXY5500
プロセス測定点	脱水後、取引計量時、圧縮後、 輸送中	酸性ガス除去後、 取引計量点	酸性ガス除去の上流側、 輸送中
標準測定範囲	0～50 ppmv(最小) 0～6000 ppmv(最大)	0～10 ppmv(最小) 0～5 vol%(最大)	0～100 ppmv(最小) 0～20 vol%(最大)
繰返し性	± 1 ppmvまたは読み値の1% (いずれか大きい方)	SS2100, SS2100a, SS2100i: ± 250 ppbvまたは読み値の ± 2% JT33: ± 100 = ppbvまたは 読み値の± 1%	読み値の± 1%
測定更新時間 ²	<5秒	<5秒	ユーザーが選択可能 30秒(標準) 3秒(最小)
サンプル流量	0.5～1.0 slpm (1～2 scfh)	0.5～4.0 slpm (1～8.5 scfh)	0.5～1.0 slpm (1～2 scfh)
検証と校正 ³	校正不要; チルドミラー、ポータブル TDLAS、またはバイナリ校正 ガスによる検証	校正不要; メタンまたは窒素バックグラ ウンドガスのバイナリ校正 ガスボンベによる検証	ゼロガス(窒素)および スパンガス(窒素中のH ₂ O)に よる校正

¹ このアプリケーション向けに、さまざまな機能を搭載した各種製品モデルをご用意しています。すべての製品仕様については、各技術仕様書(TI)またはwww.endress.comでご確認ください。

² システム全体の応答は、流量とサンプル量によって異なります。

³ 検証用ガスを調達する前に、アナライザの校正証明書を確認していただくか、またはEndress+Hauserにお問い合わせください。