



Application Note AN-PAN-1003

二酸化炭素回収プラントにおけるアミン濃度のオンライン分析

二酸化炭素 (CO_2) は自然界の大気中の気体ですが、人間の活動によりその濃度が急激に上昇しています。 CO_2 は温室効果ガスとして熱を閉じ込め、大気中の濃度上昇が気候変動や海洋酸性化を通じて生態系を脅かしています [1]。石炭火力発電所のような産業施設では、燃焼後の排ガス(煙道ガス)から CO_2 を回収する技術を開発しています。回収された CO_2 は他の分野で活用可能な形に変換することができます。このような炭素回収システムは、産業がカーボンニュートラル、さらには負の排出を達成し、

環境への影響を軽減する助けとなります。

この技術資料では、二酸化炭素炭素回収および貯留 (CCS) プロセスにおける二酸化炭素回収プラント (CCP) の苛性吸収溶液中のアミンと CO_2 の分析について説明します。アミンを使用したスクラビング技術はエネルギー集約型で、運用コストが高いのが特徴です。そのため、オンライン分析によってアミンの活性と使用量を最適化することは、 CO_2 回収の効率を測定しつつ、全体的なコストを削減する上で重要なステップとなります。

はじめに

国際エネルギー機関(IEA)によると、2023年の世界のエネルギー関連CO₂排出量は374億トン(Gt)に達し、過去最高を記録しました [2]。この増加は、効果的なCCS技術の必要性が極めて高いことを強調しています。

CCS(炭素回収・貯留)は、大規模な排出源(例:化石燃料発電所)から排出される廃CO₂を回収し、貯蔵施設まで輸送し、大気中に再び戻らないように埋めるプロセスを指します。通常、この貯蔵は地下の地質構造内で行われます。

CCSの最終的な目標は、大量のCO₂が再び大気中に

放出されるのを防ぐことです。CCSは、化石燃料由来の排出が地球温暖化や海洋酸性化に与える影響を軽減する可能性を持つ手段の一つとされています。燃焼後のCO₂回収に最も広く使用されているプロセスは、高度なアミン系スクラビング技術によって可能になります(図1)。例えば発電所の煙道ガスのようなCO₂を多く含むガス流が、アミンを豊富に含む溶液に「泡状」に通されます。この際、CO₂は溶液を通過する中でアミンと結合し、他のガスは煙道を通してさらに上方へと進みます。このプロセスは反応式1に示しています。

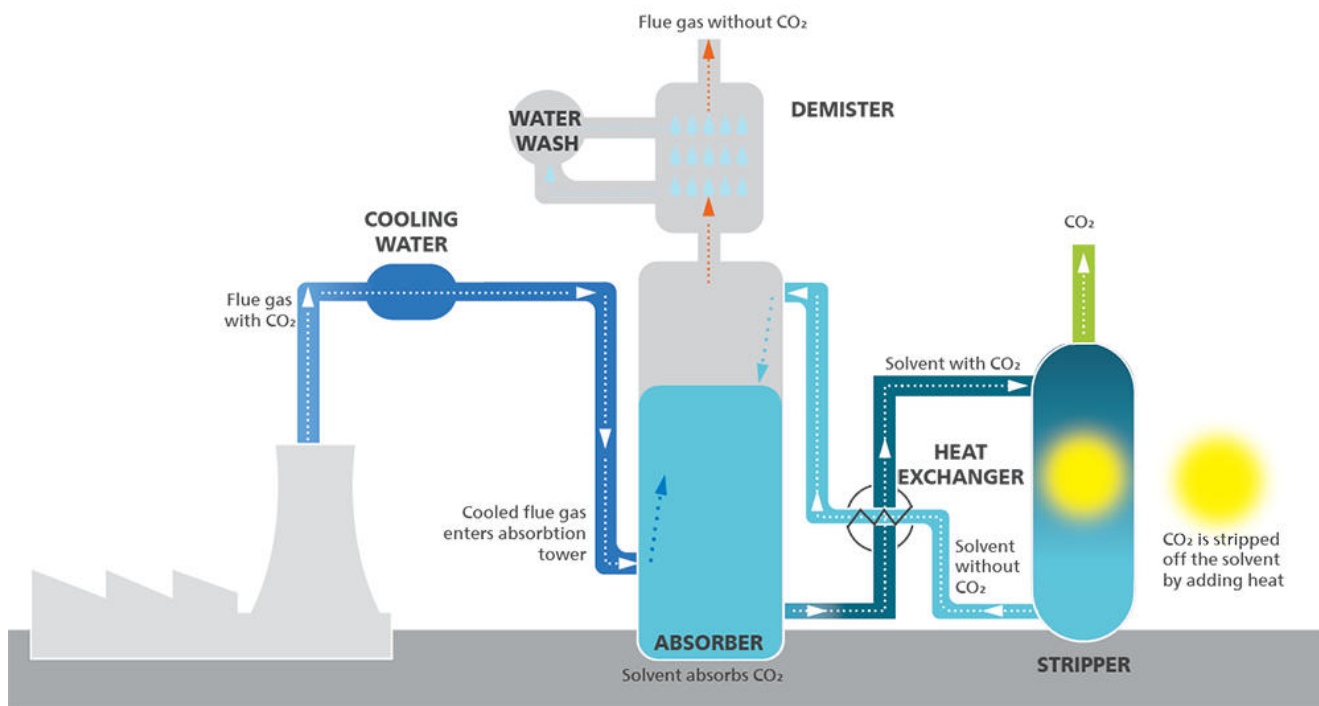
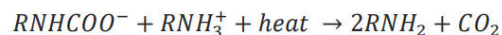


図1 炭素回収・貯留 (CCS) プロセスの概略図

生成されたCO₂飽和アミン溶液中のCO₂はアミンから除去され(反応式2)、「回収」され、その後炭素貯留の準備が整います(図2、CO₂吸収の拡大図)。



Reaction 1. Overall simplified carbon dioxide absorption reaction.



Reaction 2. Overall simplified amine regeneration reaction.

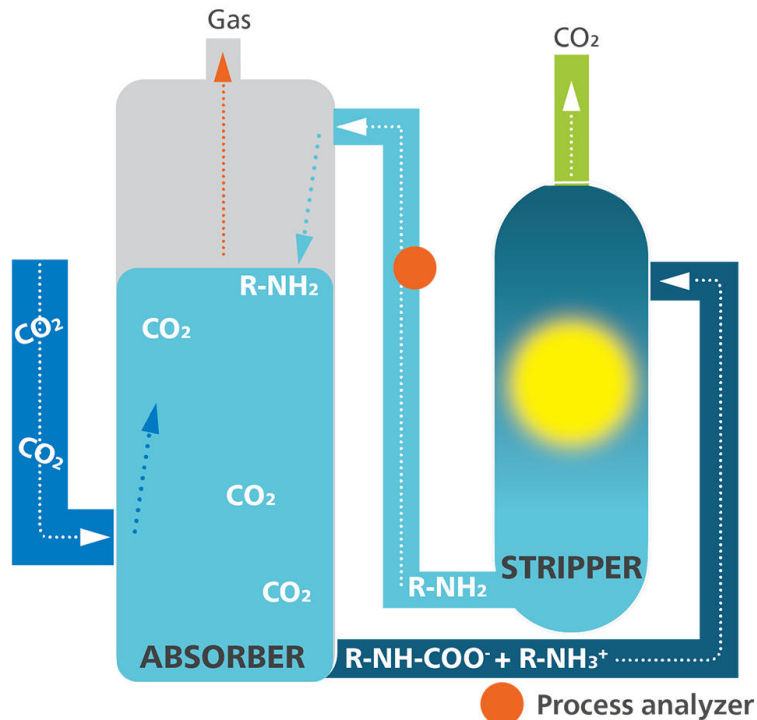


図2. オンラインプロセス分析の推奨場所を示したCCPにおける二酸化炭素吸収プロセスの仕組み

アミンは炭素回収プロセスで再利用可能ですが、このプロセス自体はエネルギー集約型で、運用コストが高いという課題があります。そのため、アミンの活性と使用量を最適化することが重要です。この最適化は、コスト全体を削減するだけでなく、CO₂回収効率を測定するのにも役立ちます。

従来、CO₂回収率はストリッパ後のサンプルをサンプリングし実験室での滴定によって計算されてきました。しかし、この方法にはいくつかの制約があります。プロセスの断片的なスナップショットしか得られず、オペレーターがプロセスを継続的に最適化したり、逸脱を特定したりすることが困難です。また、手動でのサンプリングは誤差を引き起こす可能性もあります。

アプリケーション

2060 TIプロセスアナライザーは、苛性(NaOH)吸収液中のアミン、遊離CO₂、および全CO₂の酸滴定を効果的に実施できます。また、自動洗浄および検証機能を備えており、メンテナンスを軽減し、ダウン

オンラインプロセスアナライザーはこれらの問題を克服します。アミン濃度を吸収液中でオンラインで連続測定することで、オンラインプロセスアナライザーは炭素回収プロセスのリアルタイム監視を可能にし、効率の向上に貢献します。

炭素回収を最適化するには、主要なプロセスパラメーターをほぼリアルタイムで監視することが重要です。メトロームプロセスアナリティクスは、2060 TIプロセスアナライザー(図3)という強力なソリューションを提供しています。このマルチパラメーターアナライザーは、炭素回収プラントで使用される苛性吸収液中のアミンとCO₂の同時分析を可能にします。

タイムを最小限に抑えます。この方法は、さまざまな吸収液で試験されており、実験室での試験とも互換性があります(表1)。

表1. CCSプラントにおける二酸化炭素ストリッピング工程後に監視するパラメーター

パラメーター	[%]
アミン	0-100
CO ₂	0-100

備考

メトロームプロセスアナリティクスは、石炭火力発電所向けに、2060 ICプロセスアナライザーを用いた腐食モニタリングなどの追加ソリューションを提供しています。この高性能プロセスアナライザーは、塩化物、硫酸塩、フッ化物など、腐食プロセスの重要な指標となるさまざまなアニオンの測定を可能にします。これらのイオンを継続的に監視することで、プラントの運用者は腐食を最小限に抑えるための予防策を講じ、安全かつ効率的な施設運用を確保できます。

さらに、2060 TIプロセスアナライザー(図3)を使用すれば、発電所の水蒸気回路内での超微量の鉄および銅濃度の連続オンライン分析が可能です。この分析により、腐食プロセスやピークの早期検出が可能となり、金属表面の保護酸化皮膜の形成および破壊の監視も行えます。



図3.. 2060 TIプロセスアナライザーは、炭素回収プラント（CCP）における複数のプロセスパラメーターの監視に適しています。

結論

気候変動への対応がますます急務となる中、アミンを用いたスクラビングのような炭素回収技術は有望な解決策を提供します。しかし、これらのシステムの効率性とコスト効率を最適化することが重要です。メトロームプロセスアナリティクスの2060 TIプロ

セスアナライザーは、リアルタイムデータを提供し、継続的なプロセス最適化とCO₂回収効率の向上を可能にします。このような高度な監視ソリューションを導入することで、炭素回収プラントは最適な性能を確保し、大気中の温室効果ガスの削減に大きく貢献できます。

参考文献

1. Deaconu, A. Carbon Dioxide Capturing Technologies | EPCM.
2. Executive Summary – CO₂ Emissions in 2023 – Analysis. IEA. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023/executive-summary> (accessed 2024-05-21).

関連アプリケーション

AN-PAN-1038 Power generation: analysis of the m-number (alkalinity) in cooling water

オンラインプロセス分析計の利点

- 完全自動診断 – サンプルが規格外パラメーター
にある場合に自動アラームを発する機能

- アミン活性の最適化による高い生産性複数のプ
ロセスパラメーターを同時に測定することで、
不必要なコストを回避



CONTACT

メトロームジャパン株式会
社
143-0006 東京都大田区平
和島6-1-1
null 東京流通センター アネ
ックス9階

metrohm.jp@metrohm.jp

装置紹介



2060 Process Analyzer

2060 Process Analyzerは、無数のアプリケーションに対応するオンライン湿式化学アナライザーです。このプロセスアナライザーは、「ベーシックキャビネット」と呼ばれる中核プラットフォームによって構成される新たなモジュラー式コンセプトを提供するものです。

ベーシックキャビネットは、2つの部分から構成されます。上部はタッチスクリーンと産業用PCを含みます。下部には、実際の分析のためのハードウェアが格納されるフレキシブルな湿式部が含まれます。基本湿式部の容量が分析課題を解決するのに充分でない場合、最も困難なアプリケーションでも解決できる十分なスペースを確保するため、ベーシックキャビネットを4つまでの追加湿式部キャビネットに拡張することが可能です。追加キャビネットは、各湿式部キャビネットを、アナライザーの稼働時間を増加させる内蔵式(非接触式)レベル検出を有する試薬キャビネットと組み合わせるという方法によってコンフィグレーションすることができます。

2060 Process Analyzerは様々な湿式化学技術を提供します: カール フィッシャー滴定、光度測定、直接測定、および標準追加メソッドです。

プロジェクトのすべての要求を満たすべく(もしくはお客様のすべての必要性を満たすため)、頑丈な分析ソリューションを保証するためのサンプルプレコンディショニングシステムをご利用いただくことも可能です。弊社は、冷却や加熱、減圧、脱気、ろ過などのような、いかなるサンプルプレコンディショニングシステムでも提供することができます。