

バイオ燃料生産に おける計測機器選定

再生可能なディーゼル燃料と持続可能な航空
燃料の生産において、最先端の計測機器の使
用により、プラントの運用パフォーマンスを
向上させるための製油所向けガイド



EMERSON™

バイオ燃料移行の加速

政府が次々と打ち出す気候変動政策は、進化するバイオ燃料市場に大きな影響を与えています。世界の運輸部門が温室効果ガス（GHG）排出の約 1/4 を占め、輸送需要の増加とシフトが続く中で、低排出燃料の生産能力増強が求められています。

国際エネルギー機関の報告によると、2022 年は航空が世界のエネルギー関連二酸化炭素（CO₂）排出量の 2% を占めています。ここ 10 年の成長率は航空が鉄道、道路、船舶を上回っています。そのため、**持続可能な航空燃料（SAF）** の増産を続けるべく、多くの国々が長期的燃料混合目標の設定を提案しています。S&P Global によると、現在の SAF 供給量は 2 億ガロンをわずかに超えた程度と推定されています（図 1）。2050 年までに 175 億ガロン以上の供給量を達成するには、17.3% の成長率が必要です。

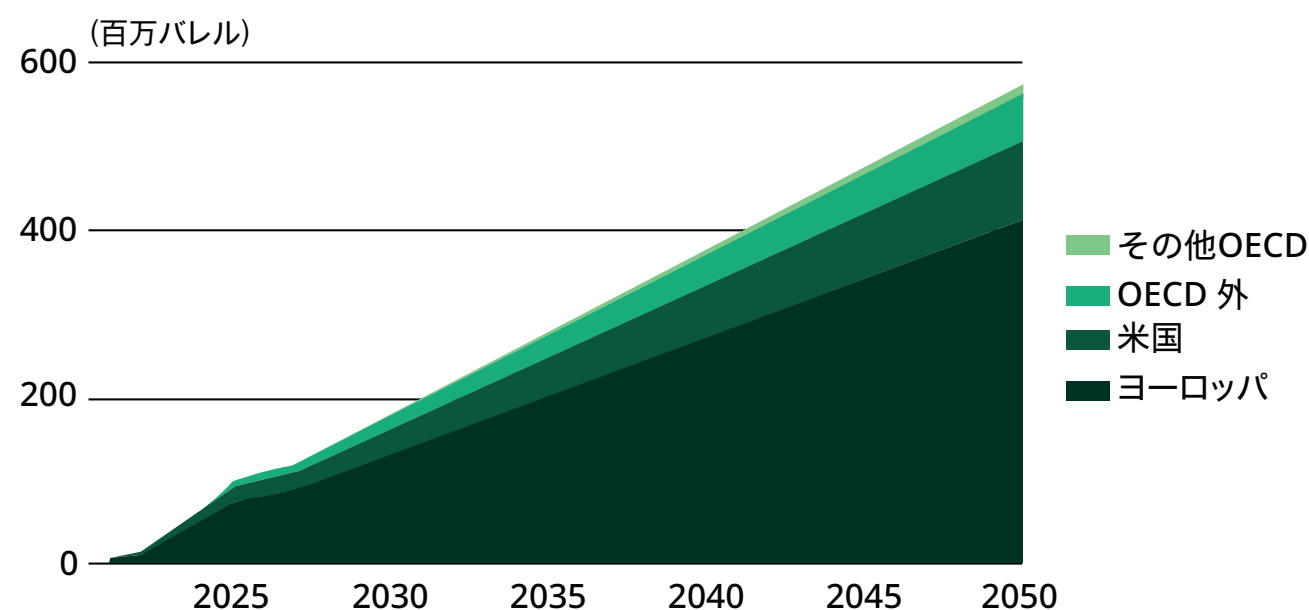
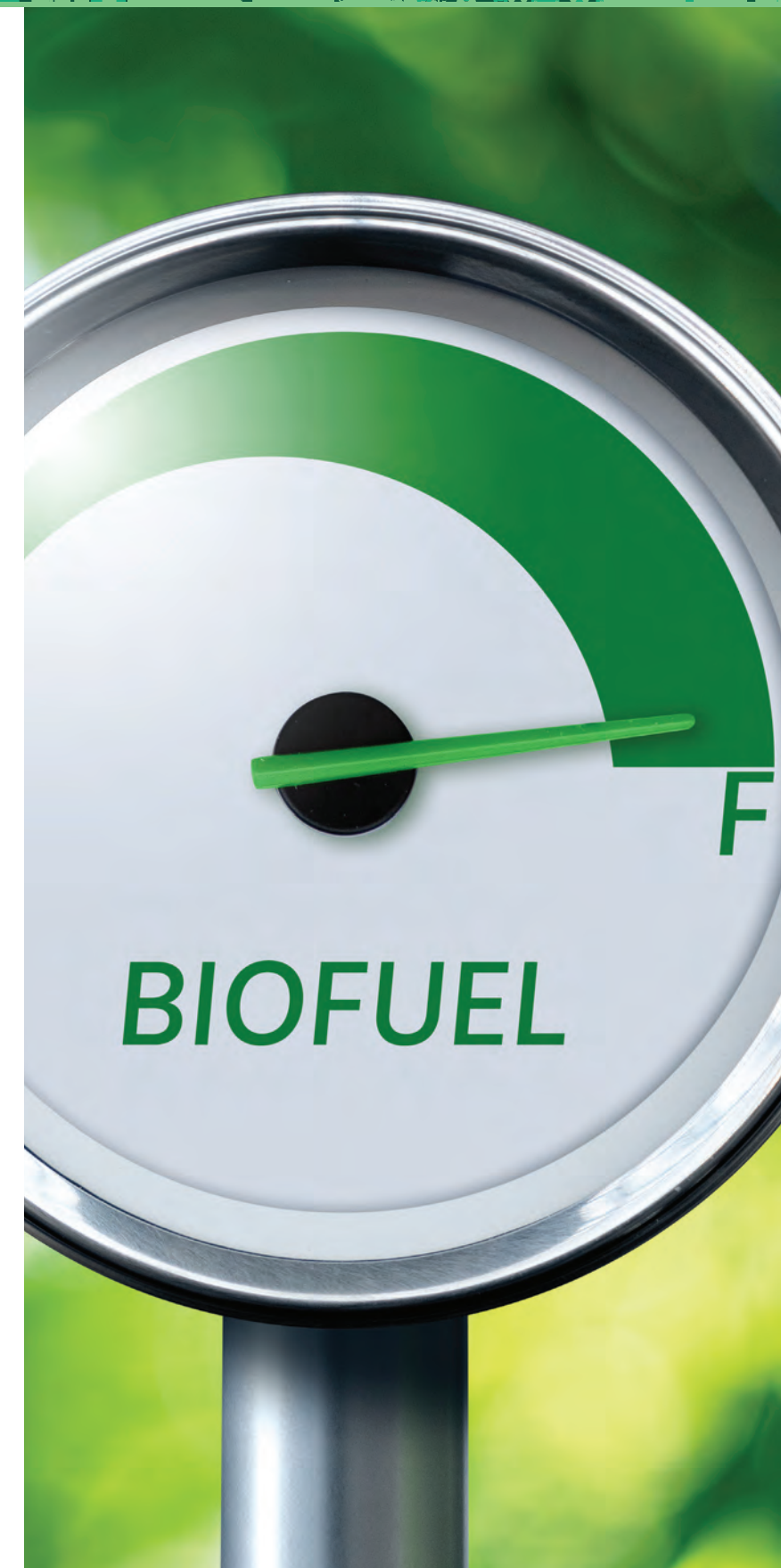


図 1

持続可能な航空燃料需要。出典：S&P Global Commodity Insights（2022 年）。

注記: 混合に関する国内義務事項が設定されていない国では、2050 年までに 2% の混合が達成されると想定しています。

併せて近い将来、欧米の訴求力ある政策に押し上げられる形で**再生可能ディーゼル（RD）**の生産能力が強化されるとも想定されています。計画されている能力の多くは、再生可能なディーゼルと SAF の両方を生産することを念頭に置き、運用の柔軟性を考慮して設計されています。しかし、急速に需要が高まっているため、これらの燃料を生産する再生可能原料の確保が困難になる可能性があります。



1

生產經路





認定を受けたプロセス

SAF と RD (図 2) には、**共処理技術**、**Fischer-Tropsch (FT)**、**エタノールからジェット (ETJ)**、**エステル・脂肪酸の水素化処理 (HEFA)** 経路など、認定を受けたプロセスがいくつかあります。いくつかの製油所は、資本をほぼまたは一切かけず、既存の製油施設で従来の原油原料を使用しながら、改良型水素化処理ユニットで最大 5～15 % の再生可能原料（植物油、廃食油、動物性脂肪など）の共処理を始めています。

共処理は、主として精製施設で低率の植物油、または廃プラスチックと FT ワックスも原料に組み入れることが承認された結果であり、SAF に特に重点が置かれた生産経路ではありません。米国試験材料協会 (ASTM) の D7566 仕様に、共処理に関する付属文書はありません。ただし、ASTM の化石燃料仕様 D1655 が改訂された

結果、バイオオイルまたは FT ワックスも使用できます。これらの規格は、この新興市場に対応するべく今後も進化するものと思われます。

一方、**HEFA プロセス**とは、ASTM の承認・認定を受けた SAF 生産プロセスのうち、最も統合化された経路を指し、独自の目的と課題を持っています。HEFA プロセスでは水素化によって植物油、廃油、または脂肪を SAF に精製します。HEFA プロセスの最初のステップでは、アルコールおよびエステル中に存在する酸素を除去し、炭化水素だけを残します。次に、直鎖パラフィン分子に亀裂を入れ、ジェット燃料の鎖長に異性化します。今日まで、市販の SAF 燃料では HEFA ベースのバイオ燃料が最も普及しており、SAF によるフライトの 95 % 超に動力を提供しています。

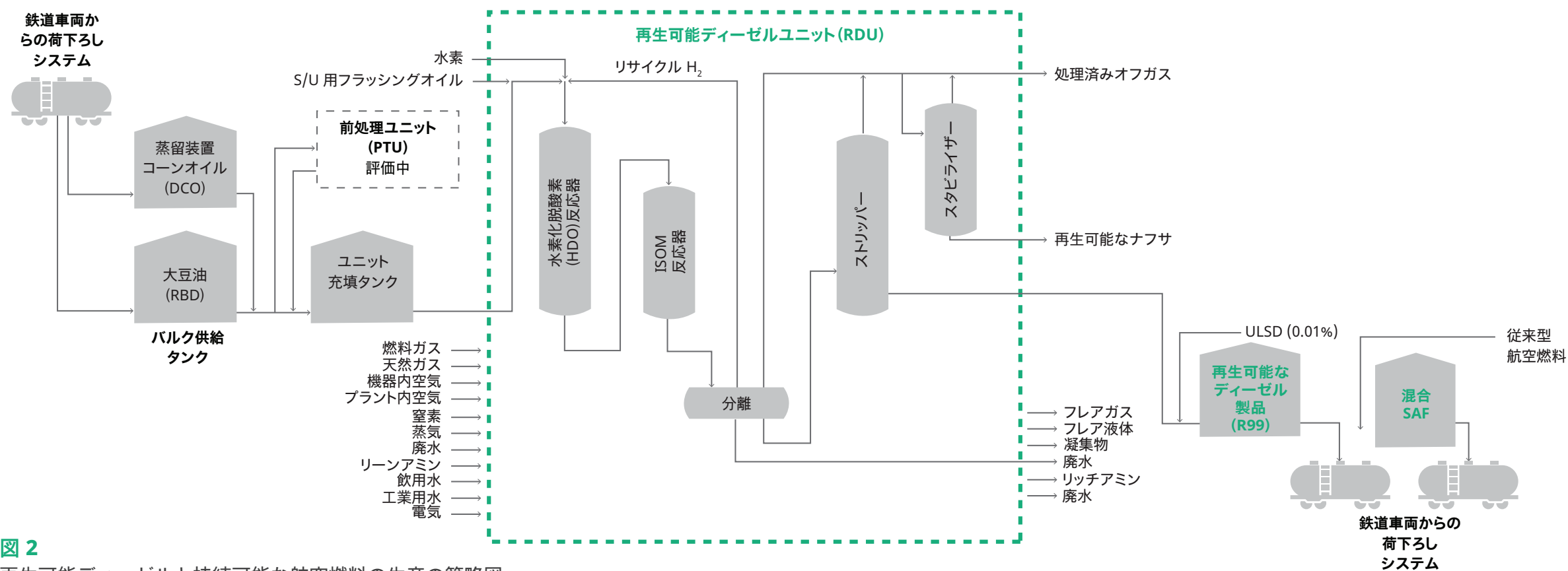


図 2 再生可能ディーゼルと持続可能な航空燃料の生産の簡略図。



生産課題の克服

この電子ブックは、バイオ燃料需要の変化に対応した運営最適化の担当者を対象としています。再生可能なディーゼルと SAF の生産業者が高度な測定機器を活用して、**原料の変動性、機器の信頼性、正確な会計、規制報告、ならびにプラントの 3 大重要領域（原料の前処理、水素化処理、ロジスティクスおよびオフサイト）**全てにわたるエネルギーおよび排出ガス管理という課題に対処する方法について概説しています。

運用上の課題

1. 原料前処理

- 処理の信頼性を確保し、下流の触媒を保護する

2. 水素化処理および異性化

- 発熱反応を制御する
- 歩留まりと触媒の失活速度を監視する
- 腐食を監視して、資産へのリスクと影響を最小限に抑える
- 水素の使用量と純度を最適化する
- エネルギー消費と排出量を削減する
- 生産に関する正確な規制報告を徹底する

3. ロジスティクスおよびオフサイト

- 原料の柔軟性と測定の確実性を確保する
- 管理輸送と混合の要件を満たす



A large industrial facility, likely a refinery or chemical plant, is shown at night. The scene is dominated by a complex network of silver-colored pipes and blue structural steel. Numerous bright lights illuminate the facility, creating a high-contrast scene against the dark sky. In the foreground, a large, cylindrical storage tank is visible, surrounded by more piping and structural elements. The overall impression is one of a massive, active industrial complex.

2

前処理ユニット
(PTU)

処理の信頼性を確保

バイオベース原料は、石油ベースの原料には存在しない汚染物質をいくつか含んでいます。下流で使用する水素化処理および異性化触媒の寿命を保護するには、これらの汚染物質を排除しなくてはなりません。原料の前処理の量と種類は、原料汚染物質レベルと原料品質の要件が異なるため、処理する原料のタイプによって異なります（表 1 および 2）。

表 1: 原料の特性

	水脱脂大豆油	蒸留器コーンオイル	漂白可能な精製獣脂
水（重量 %）	0.3	0.3	1.0
遊離脂肪酸（重量 %）	1	15	4
不溶物（重量 %）	0.3	0.5	0.2
不けん化物（重量 %）	1.5	2.5	1.0
塩化物（wppm）	3	10	50
リン（wppm）	200	20	200
全金属（wppm）	10	50	200
ポリエチレン（wppm）	0.0	0.0	200

表 2: 再生可能ディーゼルユニット（RDU）原料品質要件

リン（wppm）	<1（平均値）
リンを除く全金属（wppm）	<10（平均値）
ポリエチレン（wppm）	<10（平均値）
水（重量 %）	< 0.05

表 1 および 2

前処理での原料汚染物質と原料品質に関する要件の変動例。



り、空気比、質量ベースの反応、酸と苛性物の濃度測定値が必要です。前処理ユニットのこの部分のプロセスフロー図を 3 に示します。



流量測定

前処理エリア内は流量測定の選択肢が多く、用途に合わせた技術選択が重要な検討事項です。コリオリを使用した測定の使用（図 4）は、処理ユニット全体（供給と最終製品）の質量バランスや漂白 / 吸着ユニットといった特定の操作の質量バランスに直接物質測定と高い精度が必要であるため、特定の操作を最適化すると理想的です。シリカ / 粘土は埋立処分する必要があるため、このプロセスを細かく監視して、廃棄の影響とコストを削減する必要があります。



図 4

コリオリメータは質量流量、密度を直接測定して体積を計算します。プロセス条件や流体の変化による補正は不要です。

Emerson の Flexim™ 非侵入型超音波流量計は、プラントの前処理エリアに特別な利益をもたらす流量技術です。均一とは限らない流体、目詰まりしやすい流体、固体粒子を含む流体の場合、Flexim™ F721 非侵入型超音波流量計（図 5）は非侵入で測定できる性質を備えているため、優れた選択肢です。困難な測定に成功した適用例には、漂白土やろ過流、不純物の多い動物性油脂や廃食油などの原料などがあります。



図 5

Flexim™ F721 非侵入型超音波流量計では、それぞれの測定条件に自動的に適応し、変動の激しいプロセスを正確にリアルタイムで監視できます。



レベル測定

廃食油、動物性油脂、残渣油およびグリース、非食品エネルギー穀物などの原料は通常、堆積物量が最小限です。しかし最終製品の品質を確保するには、これらの原料に存在する堆積物や寡濁物を前処理プロセス中に除去しなくてはなりません。

前処理反応器の容器内条件は、レベル、温度、乱流、ならびに粘性もしくは腐食性媒体が急速に変化するため、著しく過酷なものになる場合があります。Rosemount™ 2140 振動フォークレベル検出器は、高レベルおよび低レベルアラーム、ポンプ保護、および潜在的堆積物検出を実現するため、容器型反応器に最適です。あらゆる液体および沈殿物で信頼性の高いレベル検出を提供する Rosemount 2140 は、より柔軟性に優れ、より使いやすく、電子装置および機械装置の稼働状態を絶えず監視できる完全統合型のリモート・プルーフ・テスト機能とスマート診断を備えています。

Rosemount™ 5408 非接触レーダーレベル伝送器は、タンク内の液体レベルを監視するために前処理原料タンク、RDU 充填タンクの確かな性能を保証します。流体の特性変化やタンク内部の障害物の影響を受けず、粘着性や腐食性の高い媒体を処理できます。



図 6
プロセス条件、乱流、高温、圧力が変動する厳しい用途での、信頼性の高いレベル測定には、Rosemount 5408 非接触レーダー伝送器（左）と 2140 レベルスイッチ（右）をお勧めします。

洗浄水の品質分析

バイオ燃料生産に使用される原料の多くは、監視が必要な腐食メカニズムを引き起こします。温度が低く、洗浄水の品質が懸念されるプラントの前処理領域では、このことが特に重要です。Rosemount 分析装置などの液体分析装置（**図 7**）を使用して、洗浄水の品質パラメータ（**表 3**）を順守し、腐食リスクを最小限に抑えることができます。

表 3: 注入された洗浄水の品質パラメータ

パラメータ	最大	望ましい目標
酸素 (ppbw)	50	15
pH	9.5	7.0~9.0
全硬度 (ただしカルシウム硬度 (ppmw))	2	< 1
溶存イオン (ppmw)	1	0.1
塩化物 (ppmw)	100 ^a	5
H ₂ S (ppmw)	—	< 1000 ^b
NH ₃ (ppmw)	—	< 1000 ^b
総懸濁固体量 (ppm)	0.2	Nil

^a NH₄HS 溶液の塩化物レベルが 1,000 ppm 以下の場合、炭素鋼の腐食が目に見えて増加することはないものの、水素化処理ユニットの下流セクションに含まれる 300 シリーズのいずれかのステンレス鋼は応力腐食割れを起こす可能性があるため、塩化物を 100 ppm 以内に抑える必要があります。

^b 目標濃度と最大濃度は、システム固有です。これは、硫化水素 (H₂S) とアンモニア (NH₃) がプロセス流濃度に対する添加剤量であるためです。

表 3

注入された洗浄水の品質パラメータ。出典：API 932-B 第 3 版。



図 7

pH、酸素、導電率、濁度センサを含む Emerson の Rosemount 液体分析装置は、通常は電極センサが故障するような困難な腐食用途にも対応できる特別設計が施されています。

A large industrial facility, likely a refinery or chemical plant, is shown at night. The facility is illuminated by numerous lights, with a prominent tall distillation column in the center-left. The background shows a city skyline under a twilight sky. The image is partially covered by a dark green overlay in the top right corner containing text.

3

水素化処理
および異性化

水素化処理ユニットは、脂肪酸原料を炭化水素に変換する、プラントの中心です。そのため歩留まりを最大化できるかどうかは、原料の変動性に対処し、品質基準を満たし、安全性とエネルギー効率を確保する反応器運用（図 8）に依存しています。反応器には以下のような主要課題があります。

- 多様な原料品質状態を考慮した発熱反応の制御
- 歩留まりおよび触媒失活速度の監視
- 腐食の監視
- 水素使用量の最適化と純度の徹底
- エネルギー効率の確保と排出量の削減
- 生産に関する正確な規制報告の徹底

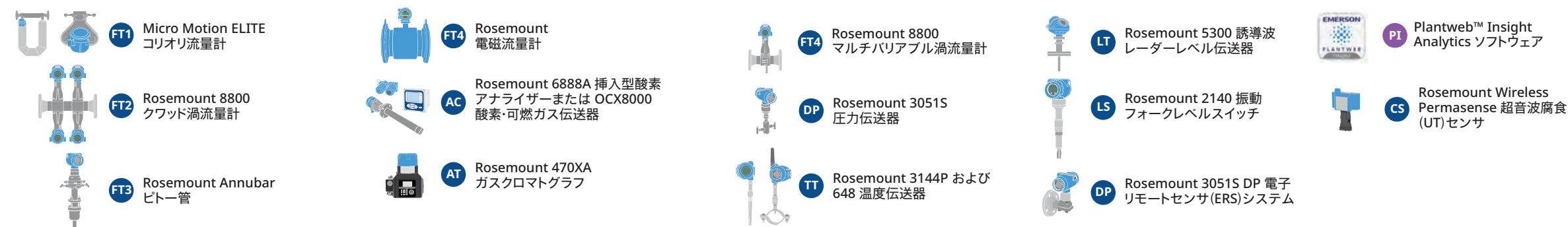
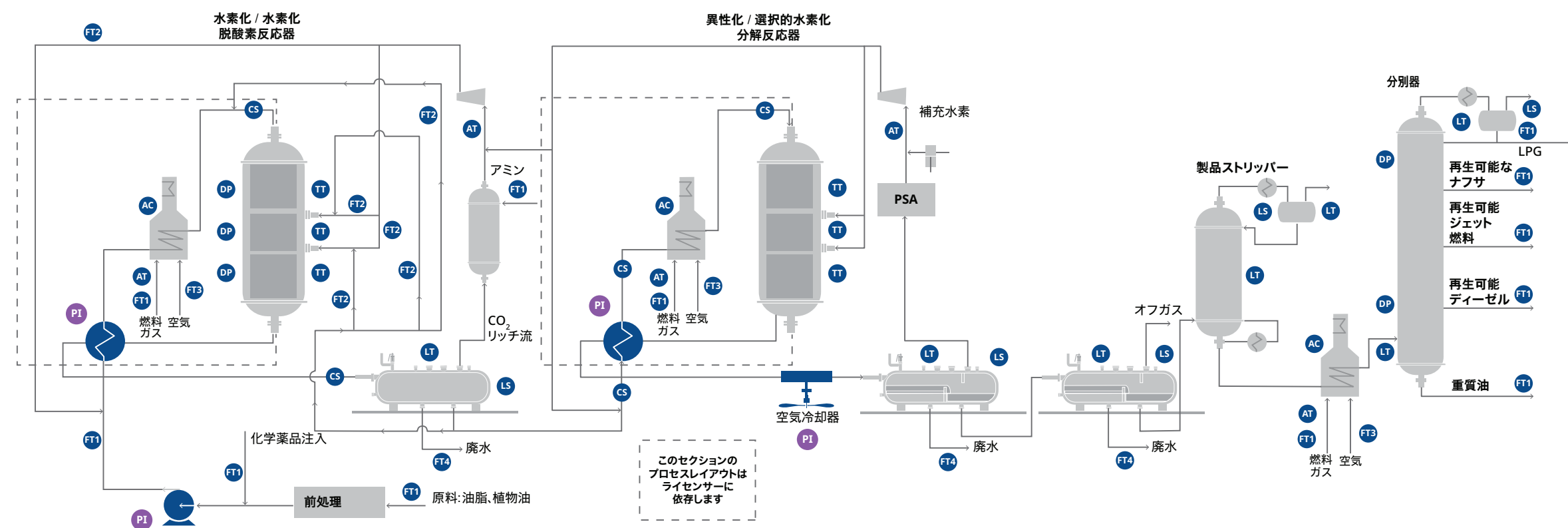


図 8
SAF / RD 反応器運用簡略図。

* 腐食監視測定ポイントは、腐食の影響を受ける可能性のあるサンプルエリア数か所でのセンサ配置を表しています。ただしバイオリファイナリー内のいくつかのエリアでは、腐食監視センサが必要になる場合があります。

多様な原料品質状態を考慮した 発熱反応の制御

反応器の温度と圧力は高く、反応により多量の熱が発生します。原料ごとに発生する反応熱が異なります。したがって、反応器内で反応制御と監視条件を維持することが、非常に重要です。

反応器温度の監視は、反応器底部全体の温度変化を特定するうえで非常に重要な部分の1つです。これらの温度測定の信頼性がきわめて重要です。Rosemount™ 3144P 温度伝送器（図 9）は、非常に重要なプロセスと安全制御ループで最高レベルの精度と信頼性を確保するために、高度な診断、センサ経時劣化アラート、Hot Backup™ 機能を備えています。



図 9
Rosemount™ 3144P 温度伝送器。

温度変化を防ぐために設計された安全ループでもう1つの非常に重要な部分は、信頼性の高い水素（H₂）処理ガスフロー、パージ流、反応器のリサイクルフローを確保することです。デュアルおよびクワッド渦流量計は、重要な測定ポイントの安全性と信頼性を優先するために、1個の計器で冗長された複数の流量測定を実現します。安全計装機能（SIF）認定を受けた Rosemount™ 8800 クワッド渦流量計（図 10）は、2-out-of-3（2oo3）の多数決論理によって動作し、堅牢で信頼性の高い安全システムを実現します。

触媒表面における汚染物質の堆積を示唆する場合があるため、各反応器の床層部全体の差圧の監視も、非常に重要です。高度な診断機能を備えた Rosemount™ 3051S シリーズ圧力伝送器は、業界で最も安全性の高い圧力伝送器であり、反応器床層部の圧力低下の監視に最適です。高圧用途での水素透過を防ぐため、固定層反応器、電気リモートシール（ERS）、金メッキダイアフラム（図 11）などをお勧めします。

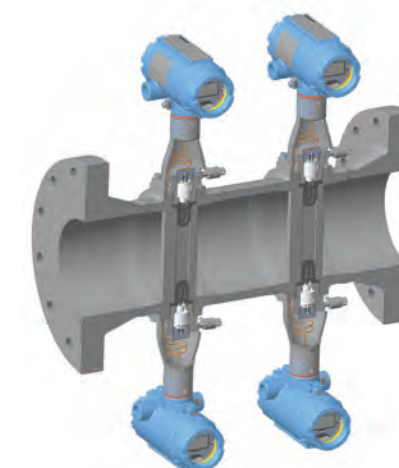


図 10
Rosemount™ 8800 クワッド渦流量計の内部メカニズム図。



図 11
電気リモートシール（左）と金メッキダイアフラム（右）。

歩留まりおよび触媒失活速度の監視

石油ベースのプロセスに比べ、再生可能原料の処理に使用される触媒は一般的にランが短くなります。そのため、ラン長を最大化することが主要な課題と運用目的となります。ユニットを効果的に監視、分析できるように、測定システムの設置を徹底することが重要です。

流体特性の変化による影響を受けず、正確で直接的な物質測定結果を取得するには、質量バランスのメータを全てコリオリメータにする必要があります。これには主な供給流、補充水素、再生可能なディーゼルおよび SAF 製品のほか、再生可能ナフサ、LPG、そして燃料ガスシステムに供給される可能性のあるオフガス類全てなど、あらゆる副生成物が含まれます。プロセスを最適化するには、質量バランスの重要性を特に重視する必要があります。製品の歩留まりを評価し、触媒の安定性を監視し、ユニット全体の性能を効果的に評価するには、正確なデータが不可欠です。

反応セクションへの供給システムは、炭化水素原料を使用する一般的なシステムよりも複雑になる可能性があります。コーンオイルから大豆油、獣油、その他の原料まで、原料の変動性があるため、原料メータの測定精度と測定性能が非常に重要です。各ユニットの目標充填率との一致が、きわめて重要です。同様に大切なのは、リサイクルオイルと総原料の適切な比率を維持することです。原料が

変化する場合、各反応器床層部におけるこの目標比率の監視と測定は、困難になる場合があります。たとえば原料の比重は簡単に 10 % 単位で変動するため、流量測定に大きな影響を与えることになります。この供給用途にコリオリ技術を使用すると、プロセス制御が向上します。流量と密度の両方を測定するコリオリメータを使用して、供給密度の変化の様子を把握することが、操作を最適化するうえで重要な決め手となります。Micro Motion™ コリオリ流量計はスマートメータ検証を装備しています。これにより、プロセス中断不要でメータ全体の稼働状態を報告する高度な診断を使用して、測定に全幅の信頼を寄せられるようになります。

化学薬品注入メータも評価する必要があります。たとえば、触媒の活性化にメチルジエタノールアミン (MDEA) を使用する場合、流量は極力正確を期す必要があります。計量ポンプが使用されることも多いものの、計量ポンプでは最も正確な流量制御はできません。流量出力を減衰させることができる小型コリオリメータを使用すると、精度を高めることができます。



腐食の監視

Emerson は、HEFA ベースのバイオ燃料生産プロセスの潜在的な腐食メカニズムを調査、特定しました。プラントの水素化処理 / 異性化セクションでは、高温水素侵食 (HTHA) 、高温水素 (H_2) / 硫化水素 (H_2S) による腐食が主な懸念事項です。水素化処理反応器の廃水システムは、今説明した局所的腐食の影響を非常に受けやすく、多くの不具合が報告されています。

Emerson の Rosemount™ ワイヤレス Permasense 腐食センサ (図 12) は、戦略的ポイントで配管の壁厚を継続的に測定し、リアルタイムで材料の損失を示します。これらのセンサは WirelessHART® 経由でデータをデータ収集プラットフォームに送信し、経時的な金属損失を測定します。このデータは、腐食抑制剤を添加する必要があるときはメンテナンス担当者の注意を喚起し、原料の変動が機器に与える影響を理解するうえで役立つインサイトをメーカーに提供し、信頼性チームの資産健全性管理に役立ちます。

リスクの監視

侵入型ワイヤレス

プローブデジタル化



- プローブからのワイヤレスデータ検索
- あらゆるメーカーのプローブからデスクまで届くリアルタイムのリスク関連データ
- ER プローブと LPR プローブの両方にメーカーを問わず対応

高感度、迅速な反応

状態の監視

非侵入型ワイヤレス

超音波厚さ (UT)



- 超音波にて配管の肉厚を定点測定
- 無線データ検索機能をデスクまたはクラウドへ

実際の金属の厚さと損失

図 12

超音波センサなどの新しい技術は、リアルタイムで材料の損失を追跡し、非常に腐食性の高い条件が整いつつあるときを見極めます。



水素の使用量と純度の最適化

バイオ燃料の生産に伴い水素需要が高まり、高品質な水素供給のコストが高まっています。そのため、水素生成ユニットの最適化、水素生成ユニットの効率と信頼性の確保が重要です。

水素リサイクルプロセスの純度を常に監視することで、事業者は下流プロセスの効率を高めることができます。水素の枯渇と高温が組み合わさると、触媒の不活性化と圧力低下の進行が加速する可能性があります。

リサイクル H_2 純度と H_2S の測定は、反応器の制御と補充水素量の使用を最適化するうえで非常に重要です。 Rosemount™ X-STREAM 強化 XEFD 連続ガス分析装置 (図 13) は、リサイクル流内の H_2 純度と H_2S を両方とも測定できます。 H_2S は、反応制御に適した酸性環境を維持する鍵です。また継続的な H_2S 測定は、リサイクル流中の水素純度の推定に役立ち、結果として最適な補充水素使用量を実現できます。



図 13
Rosemount™ X-STREAM 強化 XEFD 連続ガス分析装置は、リサイクル流内の H_2 純度を測定します。



図 14
Rosemount™ 700XA ガスクロマトグラフは多成分ガス組成分析を提供します。

オンライン Rosemount™ 700XA ガスクロマトグラフ (GC) (図 14) は、 H_2 純度、 H_2S 、CO、 CO_2 、炭化水素を監視するための高度な組成分析にもお勧めします。RDU リサイクルガス反応器の出口のような重要エリアでは、Rosemount 700XA GC を使用して CO 濃度を監視することで、ユニットの始動中および停止中の安全を確保できます。

Rosemount 700XA は、排出量レポートを目的とした、燃料ガスの発熱量と組成の測定に最適な低メンテナンスソリューションも提供します。700XA 型 GC は一度に最大 6 つの流れを分析できるため、事業者はコストとスペースを削減できます。表 4 に、わずか 2 台の Rosemount 700XA VC を使用して 12 の流れを測定している方法を示します。



表 4: 2 台の ROSEMOUNT 700XA GC

ガスクロマトグラフ #1	ガスクロマトグラフ #2
水素化脱酸素 (HDO) リサイクルガス	フラッシュドラムのオフガス
異性化に送られる水素	苛性処理に送られる LPG
硫黄回収ユニット (SRU) に送られる酸性オフガス	LPG
新鮮な H_2 の補充	燃料ガス
HDO の抽気	高圧分離器 (HPS) リサイクルガス
HDO の H_2	販売する処理ガス

図 15
マルチストリーム加熱サンプル調整システムは、プロセスから信頼性が高く安定したサンプルを抽出し、それを GC 分析にかけるために使用されています。

表 4
2 台の Rosemount™ 700XA GC で既存のバイオリファイナリーの流れ 12 個に対応している例。

水素の漏洩と火災

現場と従業員の安全を確保するため、水素流付近では、水素の漏洩と水素火災の危険を監視する必要があります。水素火災は燃焼時の放射熱が低いため、検出困難であり、日中の明るい太陽光の下では水素火災がほぼ無色に見えるため、従業員が知らずに火炎内に足を踏み入れる可能性があります。

炭化水素の漏洩と火災の危険のある場所における誤報耐性に優れた設計の Rosemount™ 975HR マルチスペクトラム赤外線水素火炎感知器（図 16）は、市場で最も遠くの水素火炎を感知できる感知器であり、水素火炎感知性能の認定も取得しているため、この用途に最適です。Rosemount 975HR のもう 1 つの利点は、水素火炎を検出するだけでなく、調理油、鉍物油、ジェット燃料の火炎を検出する認定も受けている点です。



図 16

Rosemount™ 975HR マルチスペクトラム赤外線水素火炎感知器。



エネルギー消費量と排出量の削減

前述のとおり、バイオ燃料市場は、ライフサイクル全体での温室効果ガス排出量削減のニーズから大きな期待を受けています。そのため、サステナビリティイニシアチブが真に成功するには、再使用可能な資源からさらに大きな価値を引き出し、運用コストを削減しながら、排出量とエネルギー消費量を削減する必要があります。その点、バイオ燃料の使用が実際の CO₂ 排出量に及ぼす影響は、生産方法に大きく依存します。

連続排出量監視

施設の GHG 排出量インベントリの定量化を支えるために、バイオリファイナリーは連続排出量監視システム（CEMS）の、品質が保証されたデータを使用して年間 CO₂ 排出量を計算できます。多様な排出ポイントの炭素濃度評価に CO₂ 排出量データを使用するほか、Rosemount™ XE10 CEMS（図 17）をはじめとする CEMS は、CO、NO_x、NO、SO₂、O₂ の検出にも使用できます。



図 17

Rosemount™ XE10 連続排出量監視システム（CEMS）は、信頼性の高い静止源排出量分析を提供します。

蒸気の生成と分配

省エネルギーに取り組むため、プロセス内の蒸気、ユーティリティ、共通施設、その他の機器やコンポーネントから熱を回収すると、生産ニーズに必要なエネルギーの多くを提供できます。渦流量計またはマルチバリアブル dP 機器を含めた最適な蒸気測定ソリューションの選定により、蒸気管理と全体的なエネルギー効率が改善します。蒸気トラップの監視は、蒸気分配システムの効率を高めるもう 1 つの機会です。

酸性水除去効率

エネルギー効率を高めるその他の機会には、前処理プロセスの加熱、アミンシステム、酸性水ストリッパなどがあります。酸性水の効率的なストリッパ処理向けに提供されている機器の図を図 19 に示します。加えて、酸性水ストリッパエリアでの H₂S および NH₃ 漏洩の継続的監視を徹底するべく Rosemount™ 936 毒性オープン・パス・ガス感知器（図 18）が正確、迅速に有毒ガスに反応し、現場と従業員の安全性を高めています。



図 18

Rosemount™ オープンパス有毒ガス感知器。



ストリッパー処理済み廃水から熱を回収し、廃水ラインを加熱することができます。ただし二硫化アンモニウム (NH_4HS) やアルカリ性廃液による

腐食など、特定の腐食のメカニズムによって微粒子が生成され、この微粒子が熱交換器の汚れを引き起こすことがあります。

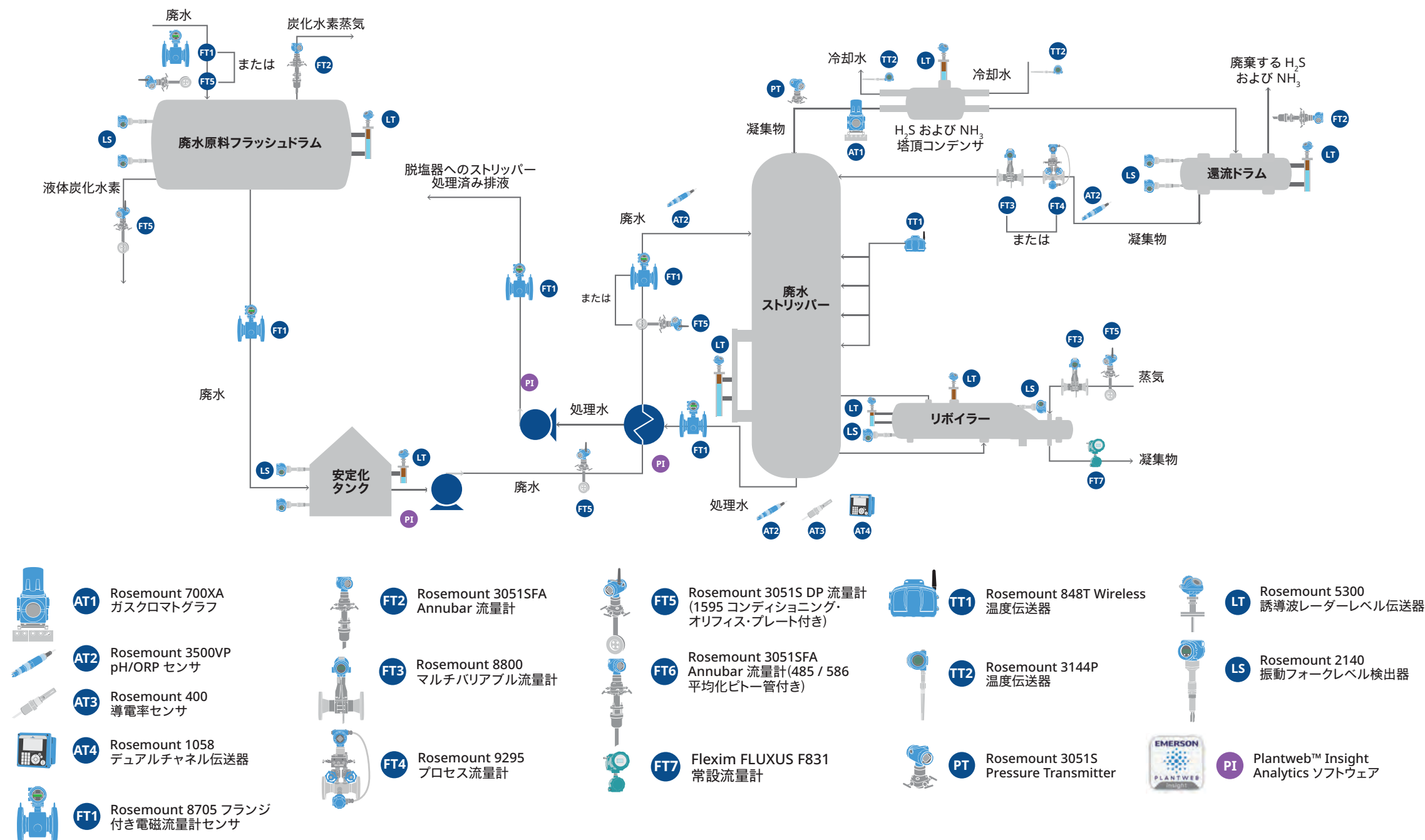


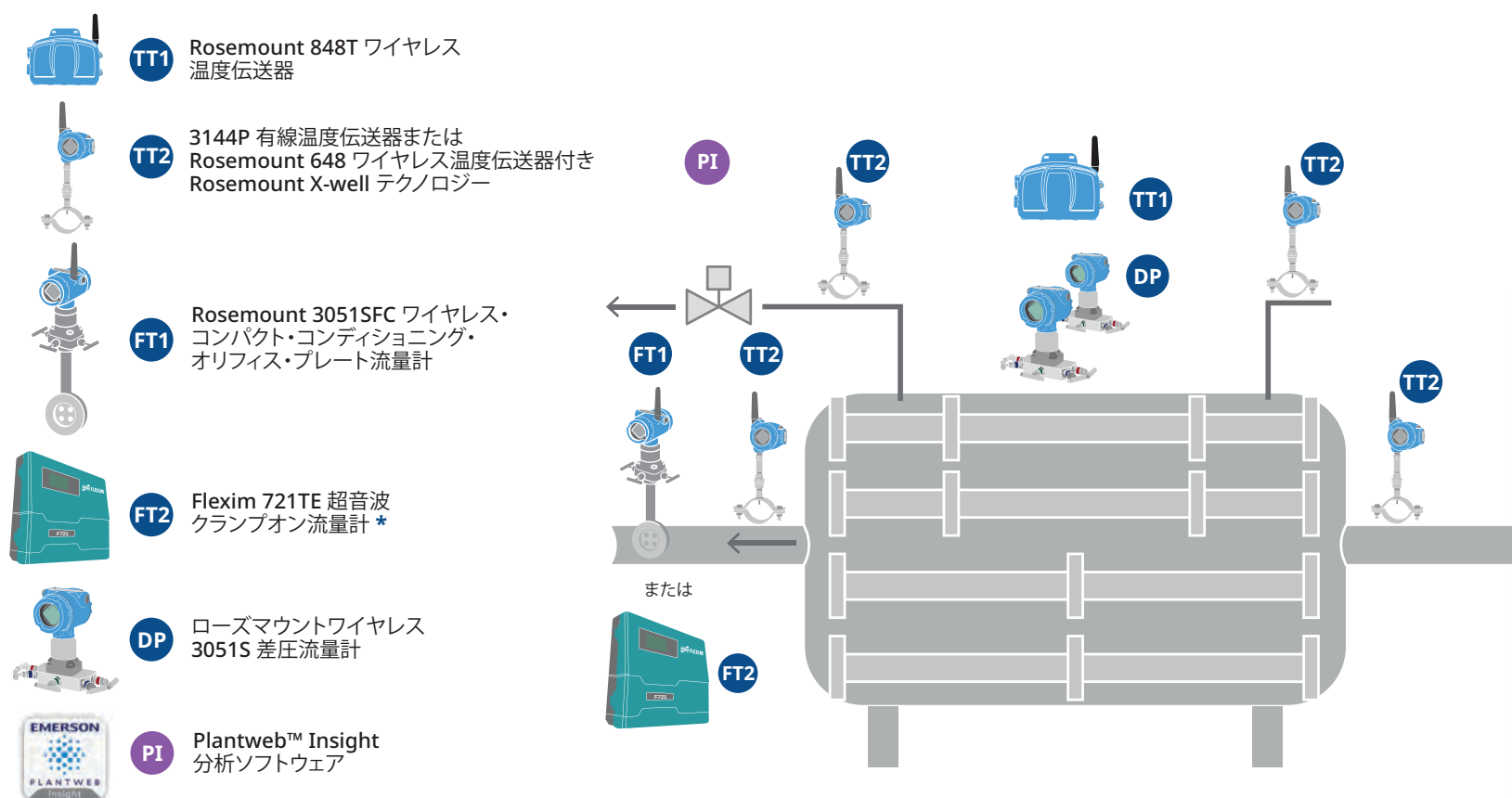
図 19 Emerson 測定機器を使用した、廃水ストリッパー処理プロセスの最適化。

熱交換器

広範な検出機能を使用した熱交換器監視では、いくつかの基本的な機器のデータを利用すると、汚れの傾向を判断しやすくなります（図 20）。以下はデータの一部です。

- プロセス流体の温度差（入口と出口の比較）と流量
- 移送流体の温度差と流量（液液式の場合）
- 冷却空気の温度と流量（空冷式の場合）

これらの機器は WirelessHART® 伝送器で使用できます。しかも監視専用であるため、基本的なプロセス制御システムに統合する必要はありません。データは分析に使用する Plantweb Insight™ アプリケーションに直接送信できます。このアプリケーションは熱交換器専用に設計されており、容易に設置、設定、使用できます。汚れ検出は主要な機能であり、信頼性およびメンテナンスチームが清掃スケジュールを組めるように、状態変化を報告します。



* Flexim™ 721TE 超音波クランプオン流量計は、2 つのラインを同時に測定できます。

図 20

熱交換器は、戦略に則ったごく少数の機器を使用して監視できます。Plantweb Insight™ は、効率的な性能を検証し、メンテナンスの必要な時期を示すためにデータを収集、分析します。



燃焼制御

エネルギー効率は燃焼の最適化によっても達成できます。加熱炉またはボイラーの場合、従来の制御方法の枠を越えて燃焼制御スキームを検討する必要があります。たとえば加熱炉の従来の制御スキームは、加熱炉の出口温度にカスケードされた燃料ガスの圧力、dP ベースの体積流量制御のいずれかを採用することです。

燃料ガスに組成変動性がある場合は、質量ベースの燃料ガス制御スキーム（図 21）で、従来方法を代替するようお勧めします。ガスの質量はガスのエネルギー含有量に比例するため、この制御スキームを採用すると、加熱炉がより安定し、より効果的に加熱できることになって、排出量の削減につながります。

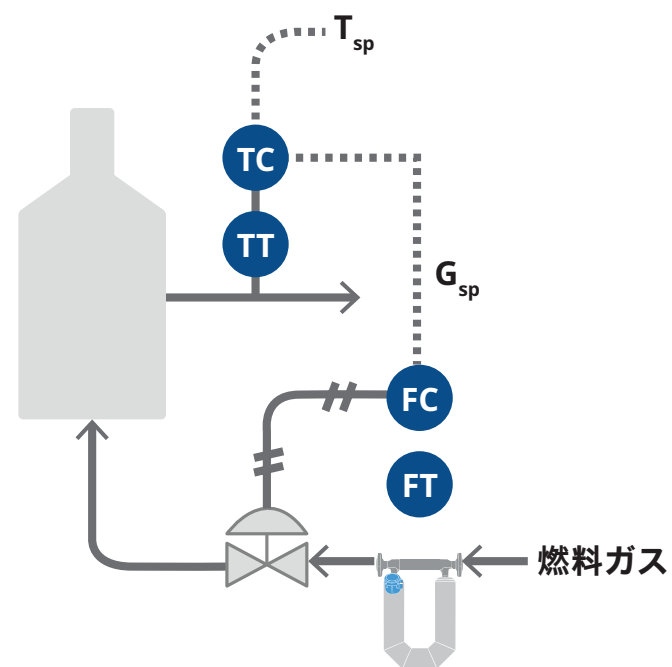


図 21

コリオリ質量流量計の測定値に基づく燃焼制御スキームの簡略図。

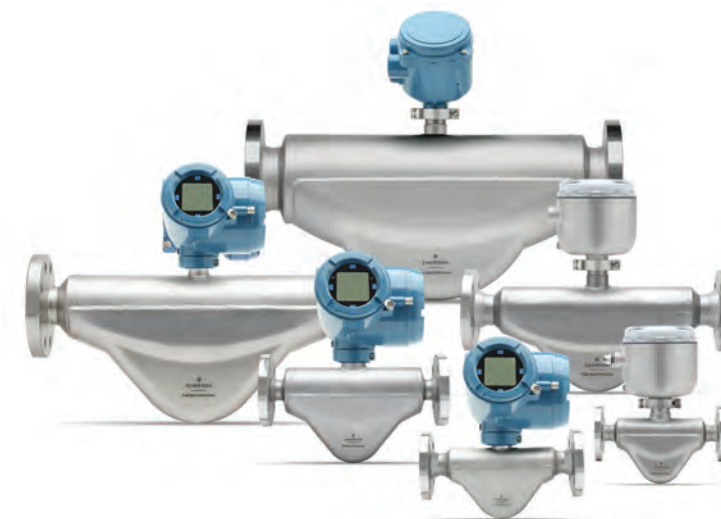


図 22

燃焼制御に Micro Motion™ G シリーズのようなコリオリ技術を使用する追加の利点は、燃料ガス消費量とメータ精度検証の自動レポートです。



生産に関する正確な規制報告の徹底

バイオ燃料生産を後押しする経済的要因には、立地する世界地域や現地行政機関の政策に応じた税務上の優遇措置または罰則などがあります。これらの規制のほぼ全てで、データ報告の具体的な方法が指定されており、多くの場合、その指定に測定データの精度検証と監査証跡が含まれています。

環境コンプライアンスは、スマートメータ検証（SMV）などの電子デジタルツールを使用すると、デジタル監査証跡、プレート確認、サンプリング密度などに比べ、レポートの効率を高めることができます。

SMV は、Micro Motion™ コリオリ流量計、Rosemount™ 超音波流量計、Rosemount™ 電磁流量計など、多様な Emerson 流量測定製品との互換性を備えた診断ツールです。SMV を使用すると、メータの稼働状態を簡単に証明できるため、他のタイプのメータに必要な、費用も時間もかかる多数のチェックが不要になります。

SMV ツールは、完全な測定信頼性を提供し、90 秒で測定結果を取得できるように設計されており、オンデマンドで運用のコンプライアンスを確認できます。

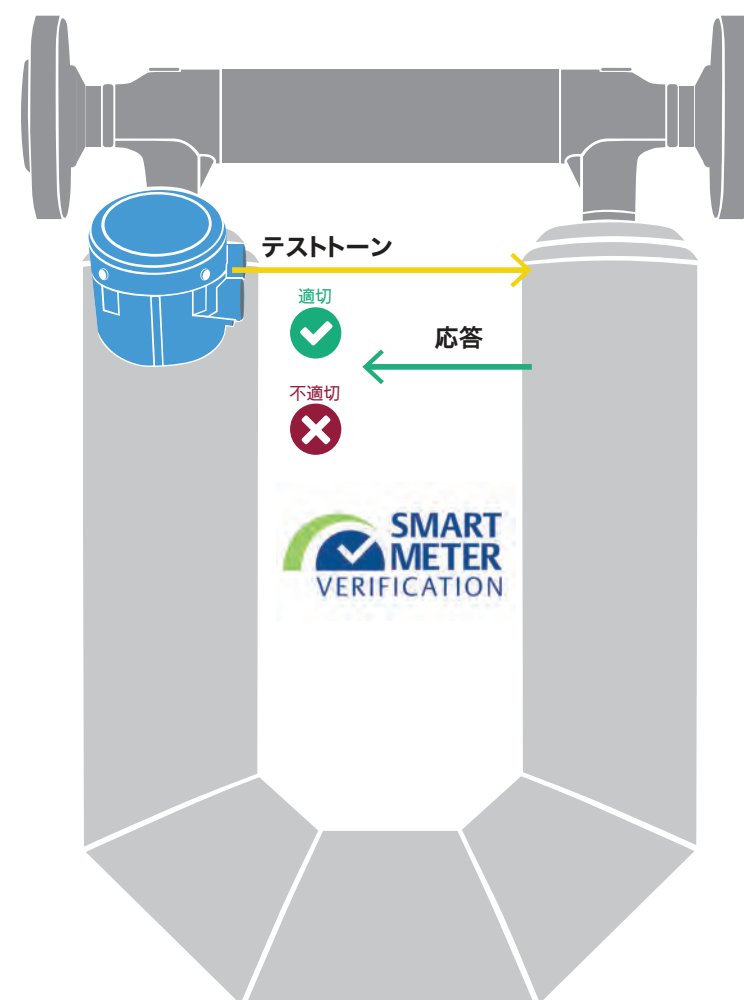


図 23

流量計トランスミッタの出力とSMV診断結果は、ダウンタイムの削減、運用の確実性向上という一般的なプロセス測定機器の課題への実用的な対処法を提供するために使用されています。



4

ロジスティクス および オフサイト



原料の柔軟性と測定の確実性の確保

多くの施設で、輸入した蒸気、電気、天然ガスおよび / または燃料ガス、化学薬品、リッチおよびリーンアミン、窒素、ユニットへの処理水、共通の廃水処理プラントに送られる廃水など、全てのユーティリティ、化学薬品などを割り当てる目的で正確な測定が必要となります。

再生可能ディーゼルの製造中に生じる廃水には、一般的な製油所の廃水に比べ 10～100 倍も多い有機汚染物質が含まれています。これは多くの場合、化学的酸素要求量（COD）（表 5）などの用語を使用して表されています。廃食油、動物性油脂、植物油など、一部の再生可能原料は、一般的に排出する廃水が少なく、一般的に環境にやさしいと見なされています。ただし廃水は、原料の洗浄からも蒸気プロ

表 5: 代表的な廃水流

廃水流	流量中央値 (m³/時)	日中のピーク流量 (m³/時)	温度 (°C)	油・グリース (mg/L)	化学的酸素要求量 (mg/L)
原料前処理	71	82	71	7,000	60,000
廃水ストリッパー	42	66	66	低	9,640
ボイラーの吹き下り	9	9	100	低	低
冷却塔の吹き下り	64	64	32	低	低
苛性スクラバーの吹き下り	8	8	43	低	7,000
再生可能ディーゼル製油所の総プロセス流量	193	229	57	2,568	24,365
典型的な製油所の総流量 (50 kbpd で調整済み)	118	181	< 46	200 - 2000	400 - 1000
相対差 (RD / ミネラル比率 (%))	+63 %	26 %	24 %	233 %	3480 %

表 5 獣脂およびキャノーラ油を使用している 50,000 bpd 規模プラントからの典型的廃水流と 鉬物油製油所の廃水の比較。

セスからの排水時にも発生します。したがって、生成される廃水の深刻度は、使用する原料タイプと具体的生産メカニズムに依存します。

流体変動に左右されない測定値

最も一般的な原料は、獣油、廃食油、大豆油、コーン油、トール油です。複数の原料を処理するようにプラントを設計すると、柔軟性を維持して原料の変動性に対処できる点で、大きな利点がありますが、特に流量測定システムでいくつかの課題が生じることになります。ほとんどの流量測定値は、測定する流体の物性変化の影響を受けるため、流体の状態変化の影響を受けない技術を選択することが重要です。

ほとんどの再生可能燃料プロジェクトには、大型鉄道車両で配送される複数種の原料が含まれます（図 24）。各回の管理輸送方法を考慮することも重要です。

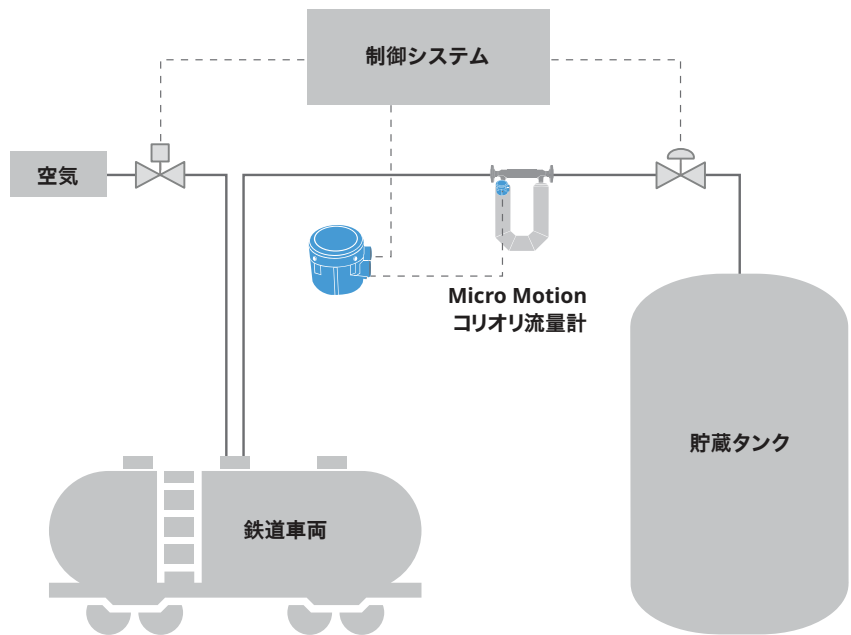


図 24 コリオリベースの制御スキームを使用した鉄道車両からの原料荷下ろし例。

原料の変動性に関連する課題があり、原料の流れを維持するために一部の燃料を加熱する必要があるため、メータシステムよりも、**堅牢なタンク・ゲージ・システム**を通じた管理輸送移送取引（図 25）を実施することが、最適となる場合があります。

一般的には、原料ごとに専用のシステムがあります。それぞれに異なる熱膨張特性があり、特に質量換算に使用する密度を追跡するために、測定後に補正する必要があります。

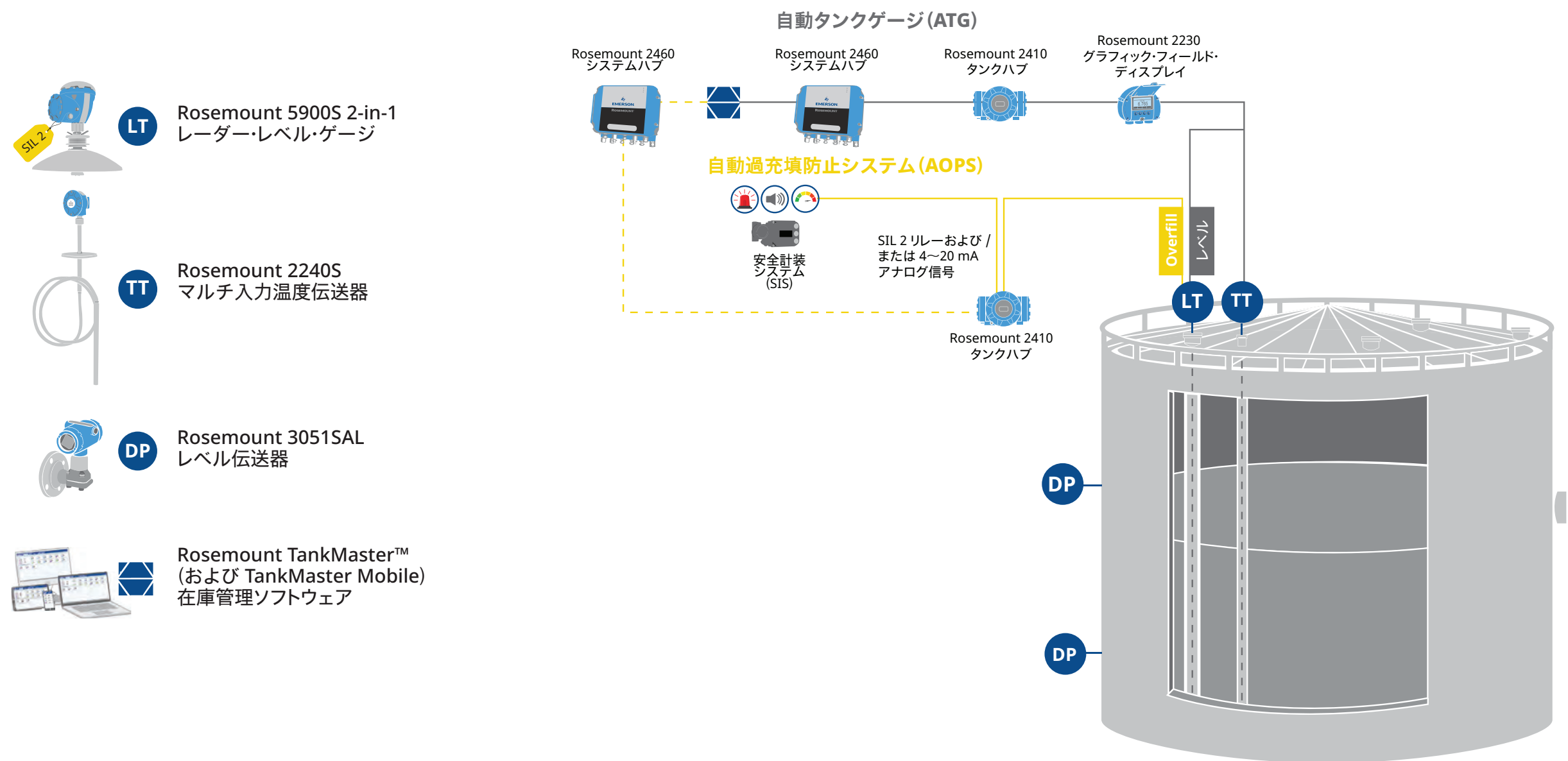


図 25
タンク・ゲージ・システムを使用した管理輸送取引の図。

管理輸送レベル計装

差圧ベースのレベル機器は、変化の激しい媒体特性の影響を受けるため、レベル測定技術のタイプも重要です。Rosemount™ 5900S レーダー・レベル・ゲージのような非接触レーダー技術は、媒体の密度、変動の激しい温度、圧力の影響を受けないため、原料を変更しても高い精度を維持します。Rosemount 5900S は、1つのタンクノズルで同時に過充填保護とレベル測定という1つ2役機能（特許取得済み）を搭載しており、IEC 61508 に則って、安全度水準（SIL）2 および SIL 3 認定済みの高レベル・アラーム・システムとして機能します。また Rosemount 5900S レベル伝送器は、PIN と偏向プレートを使用することでタンク稼働中も実施できる手軽なリモート・プルーフ・テストにより、オンライン検証もサポートします。

Rosemount™ 2410 タンクハブは、フィールド機器と制御室の間の通信を処理します。1つ以上のタンクから得た測定データが、Rosemount 2410 タンクハブ経由で Rosemount™ 2460 システムハブに送られます。Rosemount 2460 システムハブは、継続的にフィールド機器のデータをポーリングして保存するデータコンセントレータです。またレーダー・レベル・ゲージ、温度測定機器などのフィールド機器から Rosemount™ TankMaster 在庫管理ソフトウェアおよび / またはホスト / DCS システムに、リアルタイムのタンク・ゲージ・データを転送します。

Rosemount™ タンク・ゲージ・システムと TankMaster がインベントリ監視に使用されているため、保管している材料の正確な量を把握できます。リアルタイムの計算により、移動、管理輸送の請求、一括計算がやりやすくなります。正確なタンク・ゲージ・データによって、リアルタイムの体積および質量計算が可能になり、特殊な ASTM 体積表を含め、材料追跡に関する API および ISO 規格を順守できます。Rosemount™ TankMaster モバイルインベントリ管理ソフトウェアは、タンクファームのリモート監視も可能にすることができます。



製品荷下ろし用の計装

製品を効率的、正確に荷下ろしするには、測定が全ての管理輸送基準および規制コンプライアンス要件を満たしているよう徹底するために必要なコ

ンポーネントを全て備えた、完全なトラックまたは鉄道車両の装填システム
(図 26) の使用をお勧めします。

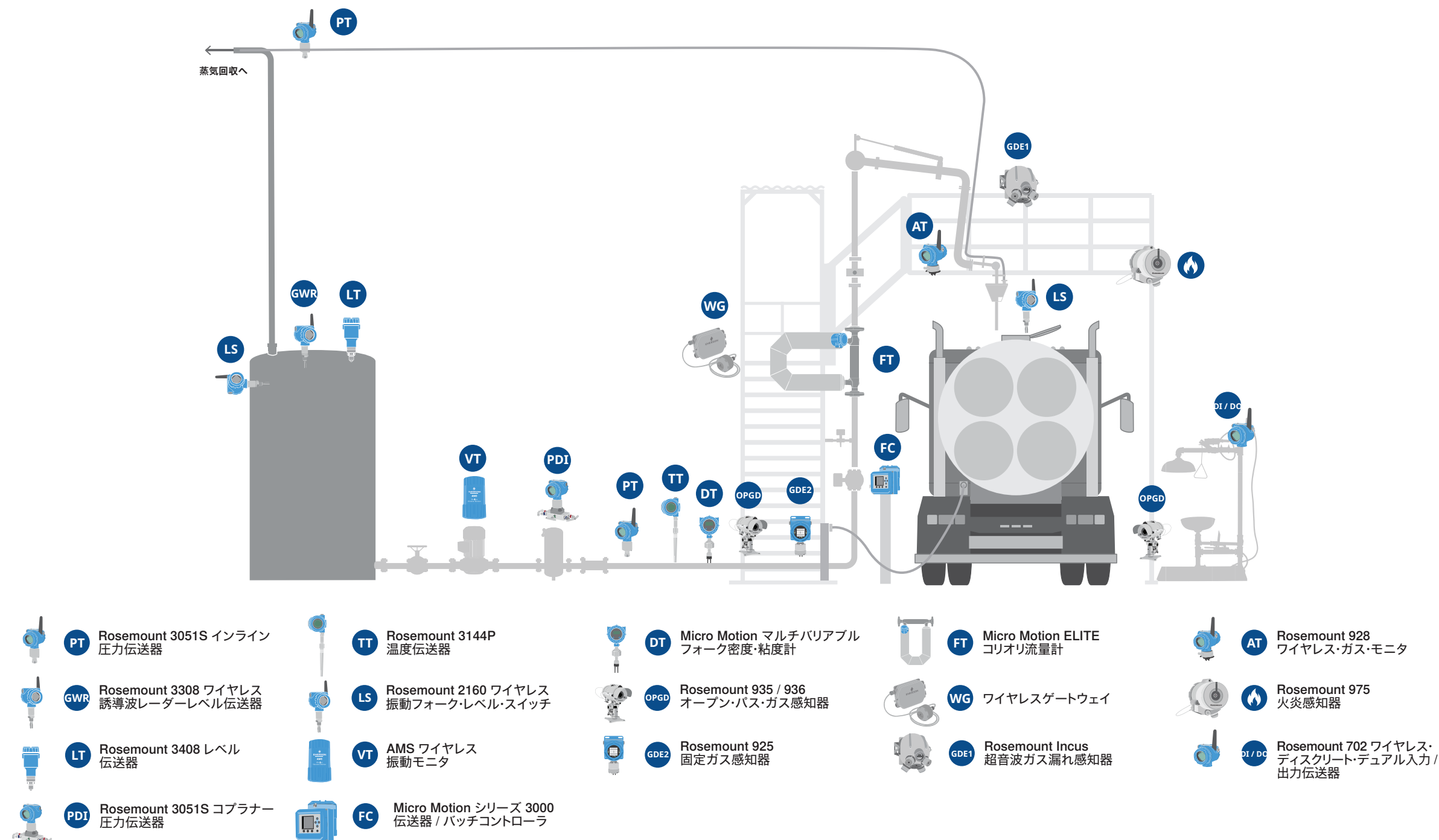


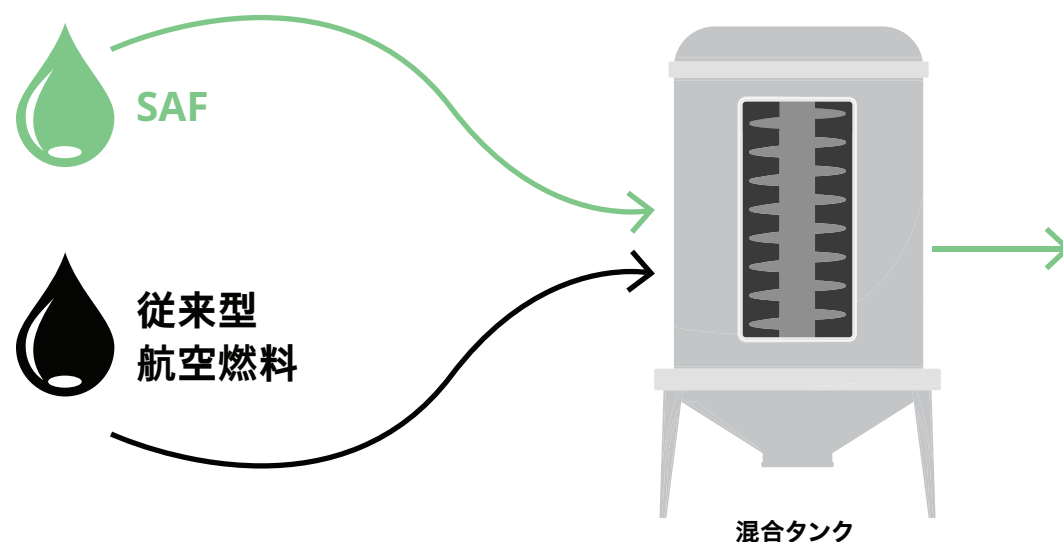
図 26

管理輸送の製品荷下ろし用の計装。

SAF 混合

業界のジェット燃料規格 ASTM (2021) D1655 の要件を満たすために、現在は製油所の FCC ユニットを含む既存のプロセスユニットが、化石ベース原料と 5~15 % の承認済み再生可能原料の共処理に使用できます。このことから、顧客が共処理 SAF の低炭素のメリットを利用しやすくなる物質収支調整とブック・アンド・クレーム・システムなどのソリューションの重要性が浮き彫りになります。後者では、顧客が供給現場に物理的に接続しなくても SAF の利点を活かせるため、多量の従来型ジェット燃料 (SAF と混合) を非効率な方法で輸送する必要があります。

2050 年の SAF 需要予測を満たすには、高確率で共処理と独立型 SAF 生産を含める必要が生じます。独立型プラントの利点の 1 つは、従来のジェット燃料と混合する前に輸送可能な 100 % 再生可能な SAF を生産する点です。



SAF は、原料と燃料の生産方法に応じて、体積で 10 %~50 % までの多様なレベルで混合できます。SAF は代替品として使用する従来のジェット燃料と同様の品質と特性を備えている必要があります。「ジェット A1」燃料の認定を受けた SAF は、既存の航空機に技術的な変更を加えずに使用できます。このため、今や業界は従来のジェット燃料の「ドロップイン」代替品として SAF の生産に注力しています。

一部の国では、代替品としてのドロップイン燃料の割合を増やすことを検討しています。欧州委員会は、使用されているジェット燃料の 2 % 以上を 2025 年までに持続可能な原料で作ることを、提案しました。しかも米国の再生可能燃料基準などの規制では、国の燃料供給におけるバイオ燃料の混合が義務付けられています。

条件	説明	ジェット A-1 仕様
引火点	エンジン内で燃料が着火し燃焼する温度 (°C)	38°C 以上
氷点	燃料の凍結温度 (°C)	-47°C
燃焼熱	燃料 1 kg の燃焼中に放出されるエネルギー量 (MJ/kg)	42.8 MJ/kg 以上
粘度	燃料中の硫黄濃度 (ppm)	8,000 max
硫黄含有量	燃料中の硫黄濃度 (ppm)	0.30
密度	燃料のリットル当たり重量 (kg/m³)	775-840

図 27

SAF をタンクで混合する場合のジェット燃料仕様例。

混合質量流量測定

米国と欧州連合は 10 年余りもの間、体積を基準としたバイオ燃料の混合義務を課してきましたが、製油業者には体積を基準とする混合から質量を基準とする混合に切り替える能力が求められています。質量は圧力変化や温度変化の影響を受けないため、質量流量測定は体積測定よりも高い信頼性を確保できます。質量流量測定に切り替えると、これらの影響の数理的な定量化も、コンポーネントごとの体積膨張に関する仮定も、不要になります。質量を基準とする測定は、流量測定より簡単で直接的な方法です。そのため精度、ターンダウン、低メンテナンスを確保するには、タービンメータよりコリオリメータをお勧めします。

Micro Motion™ コリオリメータによる高精度測定によって、硫黄および揮発性の基準において政府の燃料品質要件の達成、罰金および罰則の回避、硫黄クレジットの喪失の回避を徹底できます。一方、流体の特性変化は、流量測定値とオンライン密度測定値を通じて追跡、管理できます。製油所は、各コンポーネントの比重範囲を設定しておき、タンク内で逸脱、または交差汚染および / または層化の兆候が生じた場合、アラートを受け取ることができます。

前述のように、混合タンクで重要な問題となっている体積精度の達成には、温度測定精度がきわめて重要です。混合不足や層化は、タンク温度の精度に影響を与える場合があります。タンク内の温度変動の完全評価には、Rosemount™ 565 または 765 マルチスポット温度センサと Rosemount™ 2240S マルチスポット温度伝送器を使用できます。ベストプラクティスとして 3 m (10 フィート) 間隔での温度測定をお勧めします。Rosemount 765 水位センサ付き多点温度センサは、継続的に水位を測定するため、原料中の水分が懸念される場合には最適なソリューションです。

しかも多くの場合、タンク混合時には以前のバッチの燃料が残留しています。この材料は貯残と呼ばれています。新しいバッチを生産する際には、貯残の特性を考慮する必要があります。タンク混合では、混合完了後に合計バッチが仕様どおりになっている必要があります。



5

特に重要な
ポイント





保護強化と脱炭素化への道

大半の精製業者にとって最も差し迫った課題は、主要な業績指標を満たしつつ、多様な生産プロセスを処理する柔軟性を維持すること、要求の厳しい原料に対しても機器の信頼性を確保すること、政府の補助金を確保するための複雑な規制要件に従うこと、精製業者自身の全社的サステナビリティイニシアチブを進めることです。

一部の国では、伝統的な化石燃料の生産業者が、自社の精製能力の 40 %～60 % を再生可能燃料の生産に費やしています。新しい測定技術、ソフトウェア、分析を実装することで、信頼性が向上し、生産が最適化され、エネルギー消費量が減り、これらの取り組みが環境にもたらす全体的な影響が軽減されます。

下流の事業者は、輸送業界で再生可能燃料への移行が加速するにつれて、これらの技術に投資し、初期参入者としてのメリットを獲得しようとする独自の立場を取っています。Emerson はバイオ燃料産業の進歩全体を通じ、計装と自動化アドバイザーとして、従来の製油業者と新興のバイオリファイナリーの効率的な運用モードの模索を支援してきました。オートメーションが提供する競争上の優位性を十分に認識している企業は、今後 10 年以上、再生可能燃料市場のリーダーになる可能性があります。



🌐 [Emerson.com/Biofuels](https://www.emerson.com/Biofuels)

🌐 [精製業界のエネルギー効率と排出量削減に関する実用的なガイド](#)

🌐 [ポッドキャスト: バイオ燃料生産の増加と脱炭素化への道](#)

一般販売条件は、以下をご覧ください
www.Emerson.com/en-us/terms-of-use。



Emerson のロゴは、Emerson Electric Co. © 2024 Emerson の商標およびサービスマークです。All rights reserved.

MS-00803-0204-2424 Rev AC

BIO

