

Particle Pal Pro – モデル FS9V3-OLU (オイル寿命センサー内蔵)

AI搭載のデジタル画像解析パーティクルカウンターS120が搭載されており、油中飽和水分RHセンサーと合わせて使用することで、最大粘度2,400cst自吸ポンプにより現場でとても役立つオイル分析装置となりました。

搭載された高度なソフトウェアは、測定値を明確で読みやすいフォーマットの報告書を作成し、オイル資産の長期的な傾向を把握することが可能で、報告書作成用に測定画像を取り込むこともできます。

- **新開発のデジタル画像解析による粒子計測で、幅広い測定レンジの計測が可能**
 - 4, 6, 14, 21, 38, 70, >100 ミクロン
 - ISO 4406, SAE AS4059, NAS 1638
- **形状認識 (IK4-TEKNIKER 社オイル分析研究所によるアルゴリズム搭載)**
 - 摺動磨耗、切断磨耗、疲労磨耗、繊維に分類 (ISO 14830-1:2019 ベース)
 - 気泡を識別し別カウントし、計測総数より除去して真のコンタミ数を計数
- **収集した高解像度画像を、PDF・JPEGに出力可能**
 - ソフトウェアのスケール機能を使って、粒子サイズを画面上に表示可能
- **バッテリーと内蔵ステッピングモーターポンプを備えた自己完結型ユニット**
 - 付属品ケースには、プレートヒーター・測定用フラスコ・脱気ポンプ等を同梱
- **オプション追加センサーも選択可能**
 - 飽和水分測定 (RH%) 温度補正機能内蔵
 - TAN デルタセンサーによるオイルの残存寿命測定
- **500種類以上のオイルデータベースには、温度補正された劣化曲線が登録済み**
 - データベースに登録されていないオイルも追加登録できるソフトウェア内蔵



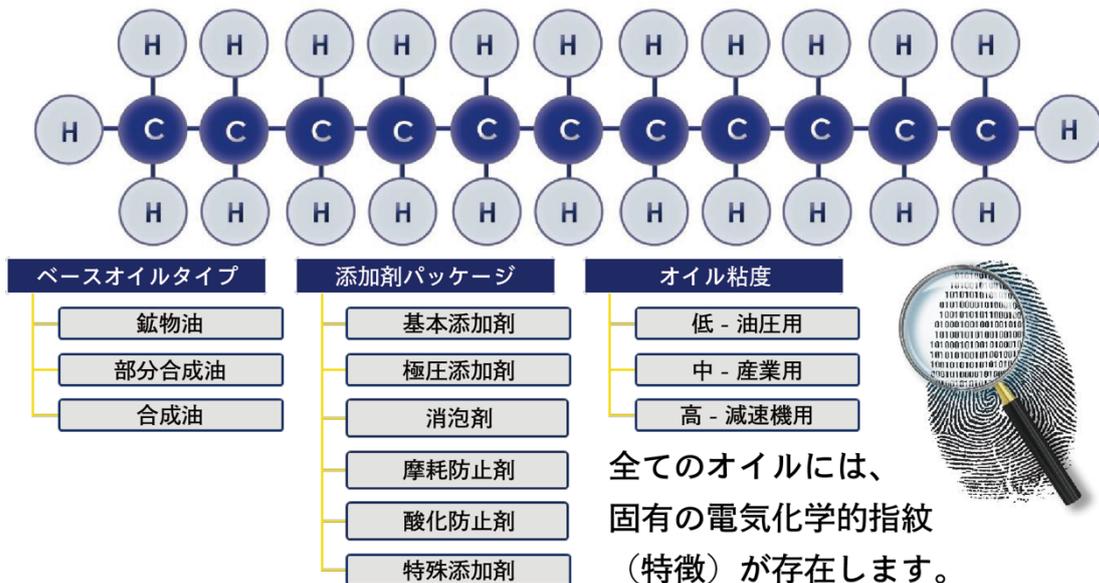
実際のソフトウェア表示画面



TAN デルタセンサーによるオイル寿命測定

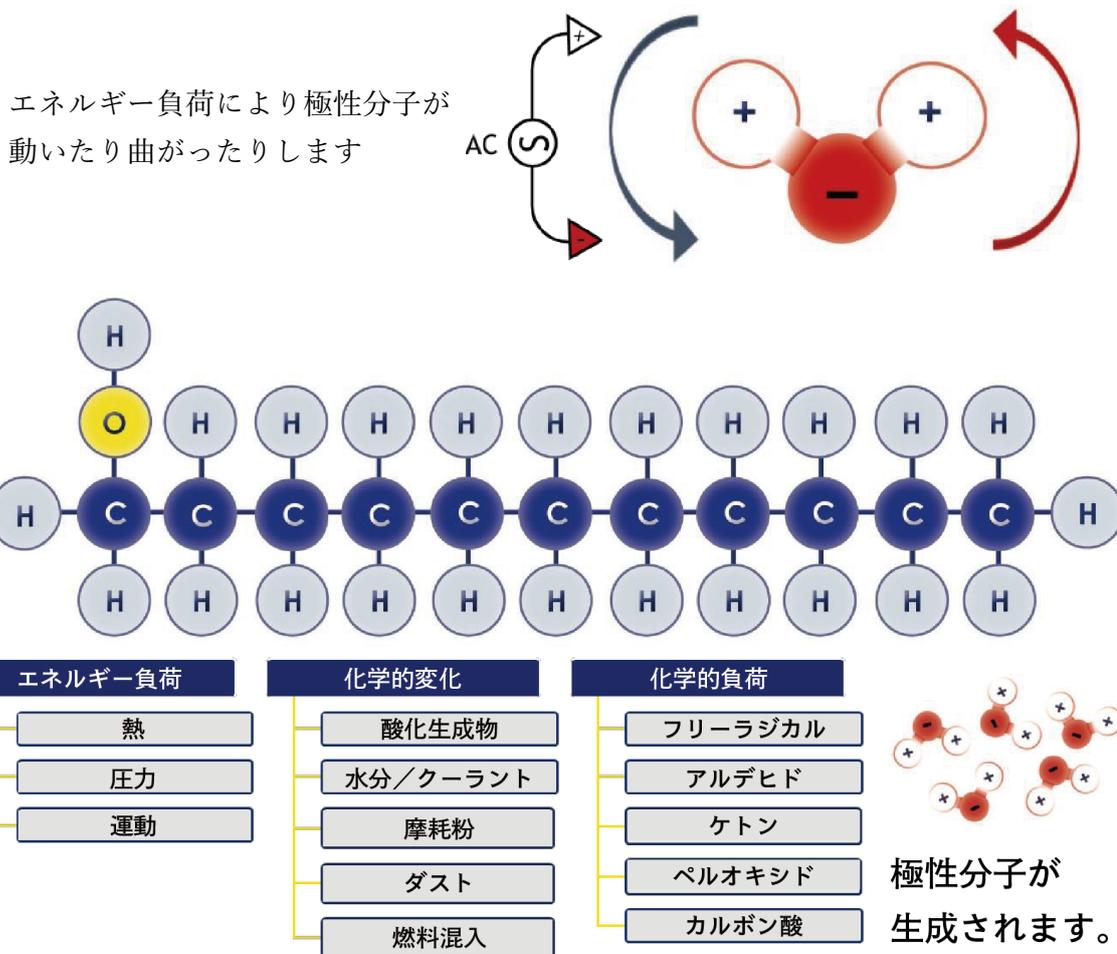
非常に高い周波数の AC 波形を印加することで、センサーはエネルギー（静電容量）を貯蔵するオイルの能力と、電流（導電率）を伝導するオイルの能力を正確に測定することができます。

これら 2 つの要因を合わせた比率は、オイルにどの程度の変化が起き、オイルがどの程度損傷しているかを知ることができます。すべての工業用オイルは、以下の基礎構造で構成されています。



オイルを使用するとエネルギー負荷、化学的変化、化学的負荷などの要因により、オイルの品質が劣化していきます。オイル品質の変化は、オイルの化学組成に不可逆的な影響を与え、その結果、オイルの使用有効性が指数関数的に低下します。

この単位は、タンデルタ値（TDN）と呼ばれ、ベースライン化した新油からの減少数値として表示されます。TDNは、油中の変化を反映する唯一の複合数値です。



オイル寿命センサーは特許技術を使用しており、分子レベルでオイルの電気化学的特性を正確に測定します。これは、非常に高い周波数の交流電流を使用してオイルの導電率と静電容量の比率を測定することで確立され、すべての一般的なオイルの摩耗メカニズムや汚染物質に対する感受性が非常に高くなり、非常に優れた温度安定性と再現性が得られます。

FS9V3には各オイルの電気化学的特徴をプログラム登録されており、オイルが変化すると（例えば、酸化、添加剤の枯渇、コンタミ混入、粘度変化など）、オイルの電気化学的特徴も変化し、これらの微細な差異がオイル寿命センサーによって検出されます。独自の測定を繰り返し行うことで、この増加した分子活性（原因にかかわらず）がオイルの潤滑性に有害な影響を与える点を立証しました。

本技術により、オイル寿命センサーはオイルを新品の状態からライフサイクル全体を通して監視することができ、新品のきれいなオイルと使用中オイルの差を常に測定することで正確にオイルの状態を把握し、オイル品質の値（タンデルタ数値/TDN）が関連付けられた数値を出力することで、時間経過によるオイル状態の傾向を正確に把握できます。

タンデルタ値

オイルの全体的な状態の監視と傾向分析を容易にするために、「タンデルタ値（TDN）」が導入されました。

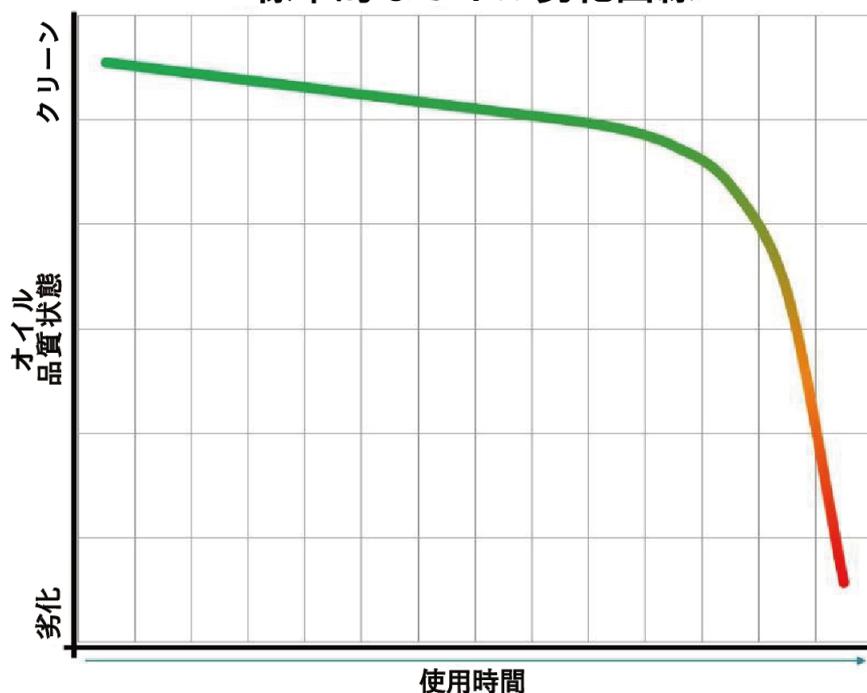
TDNは理解しやすく、精度レベルを高め、オイルの全体的な摩耗とオイルの状態を説明するための共通言語を作成する目的で設計されており、ISO清浄度レベルや実験室での測定結果などの他の方法と組み合わせてオイルの品質を総合判断することができます。

フルスケールは1200～0で、オイル品質が劣化するにつれて値は減少します。殆どの用途では、使用可能範囲は1050～300となっております。

オイルの劣化

オイルの劣化は指数関数的に減少することを理解することが重要であり、TDNが急速に低下し始めると、オイルが寿命に近づいていることを示しているので、注意する必要があります。

標準的なオイル劣化曲線



TDNと損失計数の割合

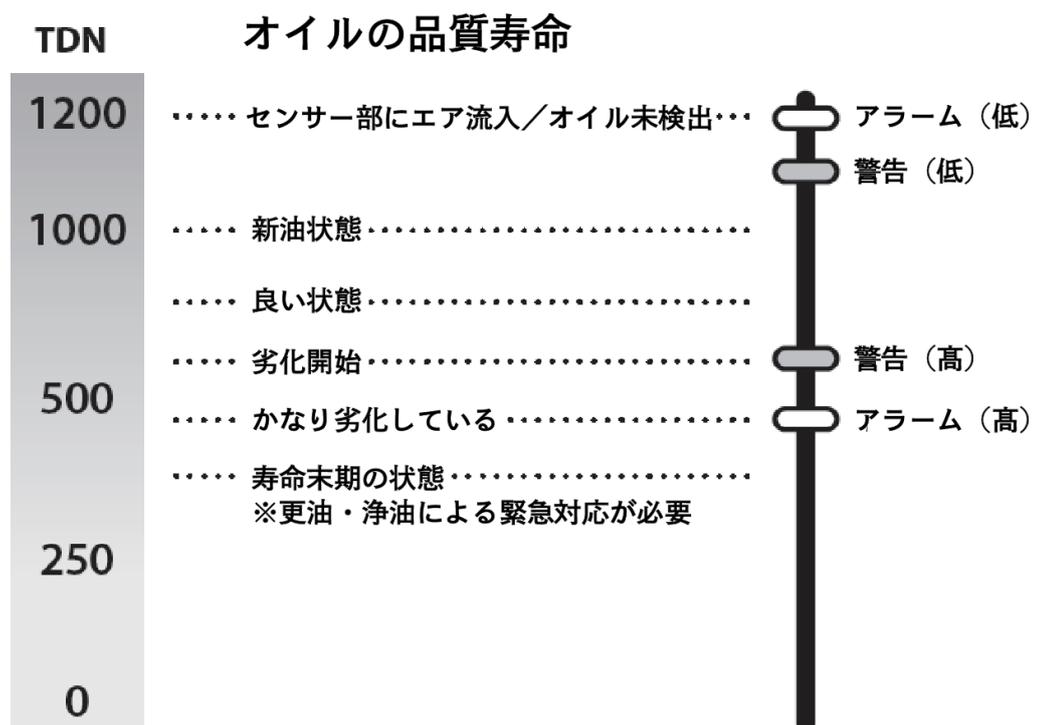
オイルの状態についてセンサーが記録している基礎となる値は、損失係数の割合（%）であり、この値は TDNに変換されます。

TDNのスケールは1200～0となっており、大半の用途ではグリーンゾーン1050～420までの値が含まれ、橙色（警告）は400～300となります。

このゾーンは、オイルのろ過や交換の準備が必要となるポイントです。レッドゾーン（アラーム）の部分には、300以下の値に適用されます。このポイントでは、十分な潤滑性が得られなくなっているため、オイルの交換が必ず必要です。

新品オイルの使用開始点は、「クリーンポイント」と呼ばれます。大半のオイルでは、このポイントは通常、TDNスケール上で 950～850になります。実際の値はいくつかの要因に左右されますが、ベースオイルの純度と含有している添加剤パッケージの内容が最も重要になります。オイルが劣化し始めると、上図のようにTDNは減少します。

オイル品質の警告とアラームの例



注：新品の清浄度の高いオイルの場合は、高度なろ過機能を使用することによって更に改善できるオイルもあるため、TDNの開始点は必ずしも1000ではありません。オイルはTDNスケール上で改善することも、劣化することもあります。