

燃料・潤滑油分野における動的画像解析 (DIA)

ISO 11171 と ISO 21018-1



動的画像解析による油中粒子測定が従来方式の「基準パーティクルカウンター」に匹敵できるのか？ →その答えは「イエス」、そしてさらにその先に行く！

工業技術の変化：レーザー光遮蔽法から動的画像解析へ

長年にわたり、自動粒子計数装置 (APC) は、標準のミディアムテストダスト (MTD) による校正を用いて、燃料・潤滑油の清浄度評価の基準となっていました。この校正法 (ISO 11171 に基づく) は信頼できる粒子数を提供しますが、技術的な限界により粒子画像による確認や形状による分類はできませんでした。

そこで新たに制定したのが ISO 21018-1 です。この規格は従来の ISO 校正プロトコルに従わない新たな手法を受け入れることを目的としています。特に粒子の形状・形態・発生源まで解析するシステムに関する深い規格で、従来のレーザー光遮断法 (ISO 11171) だけでなく、動的画像解析 (DIA) など、幅広い分析技術を含む枠組みを提供しています。

ポータブル・ラプターがもたらす違い

ビジョンアナリティカル社のラプター動的画像解析 (DIA) システムは、ISO 21018-1 に適合するだけでなく、ISO 11171 校正された自動粒子計数装置 (APC) との互換性も備えています。油圧作動油に懸濁したミディアムテストダスト (MTD) を測定した結果、ラプターは従来の自動粒子計数装置とほぼ同等の粒子数を検出するとともに、高解像度のサムネイル画像や形状分類といった付加価値情報を提供しました。これにより、潤滑油中の粒子数だけでなく、それらが何故どこから来たものなのかまで理解できるようになりました。

比較測定：動的画像解析 vs 自動粒子計数装置

| | |
|--------------|---------------------------|
| 自動粒子計数装置： | ベックマン コールター社製 HIAC PODS + |
| 動的画像解析： | ビジョンアナリティカル社製 ポータブル ラプター |
| 校正基準： | ISO 11171 |
| ミディアムテストダスト： | ISO 12103-1 A3 MTD |
| 懸濁方法： | MTD を航空機グレードの油圧作動油に懸濁 |
| 校正液処理： | 作製した校正液を十分に分散・攪拌 |

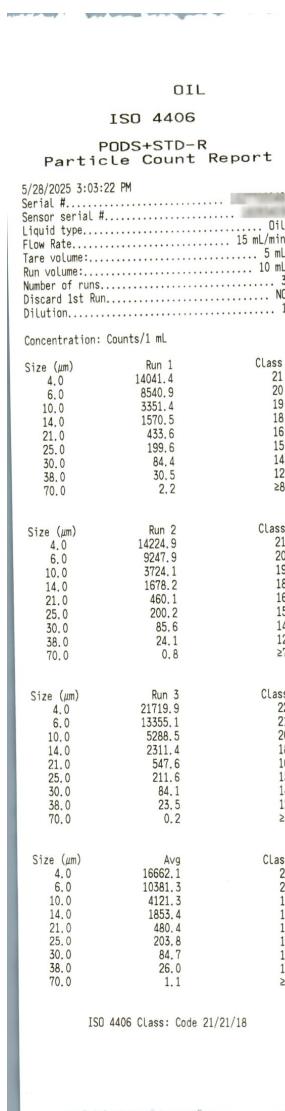


作製した校正液を十分に攪拌・分散させた上で、100mL を清浄なサンプルボトルに入れて HIAC PODS + で測定を行い、同じサンプルから 5mL を滅菌済みシリンジで採取してラプターで測定した。

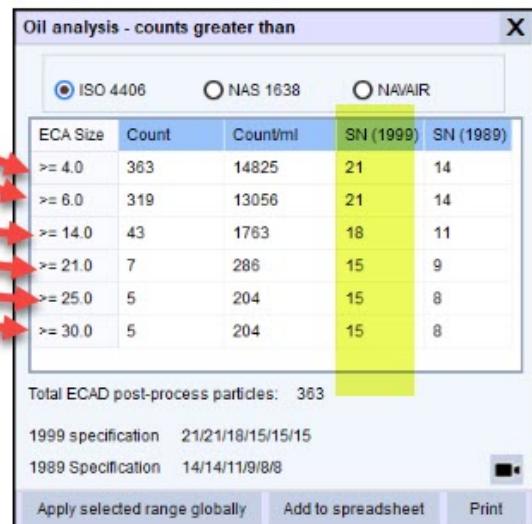


ラプターではサンプルを様々な測定方法で分析できますが、シリンジは試料採取と分析を兼ねるため、試料を汚染することなく分析できる為、最適な手法としてシリンジ方式を採用した。異物混入を避けるため、2 本の滅菌シリンジを用いて同じサンプルを分析。これにより複数回測定して精度を高めつつ、外部汚染のリスクを排除した。

測定結果：動的画像解析 vs 自動粒子計数装置

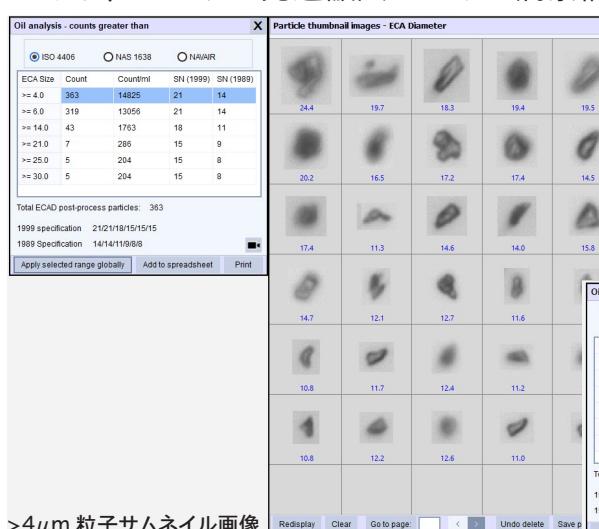


左図の測定結果を確認すると、3回目の測定結果が突出して高かったため、平均計算から除外した。残りの測定結果から算出した平均値で、両機の結果を比較すると僅かな差異はあるものの非常に高い相関が認められた。総濃度は約 1.4 万個 /mL でほぼ一致し、他のクラスでも非常に近い値を示し、ラプターが計数装置としても従来の APC と同等の検出能力を持つことを確認しました。

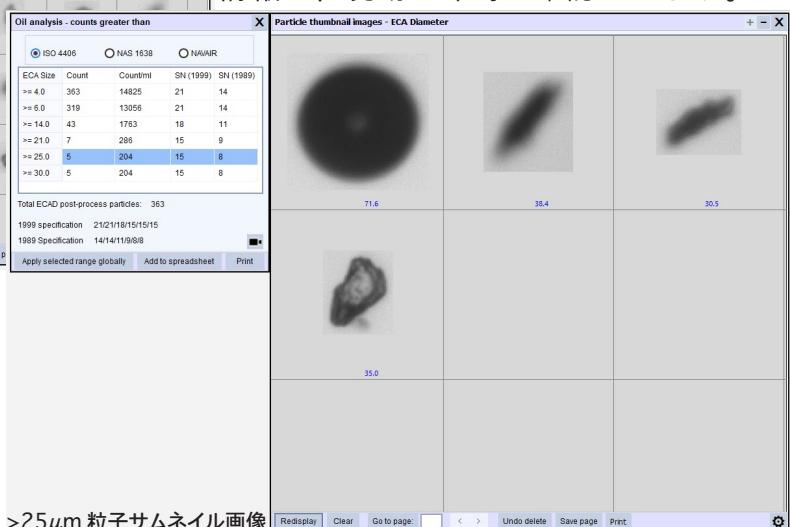


ISO 21018-1 は、新しい技術が従来の校正プロトコルと完全には一致しないことを認めていますが、ラプターは画像解析技術でも定量的かつ信頼性の高いデータを提供できることを実証し、さらにその先の付加価値解析も提供することが確認できました。各粒子ごとのサイズおよび形状、高解像度サムネイル画像、分類結果（例：纖維状、薄片状、球状、不定形など）

これらの形状視覚的データは、原因解析、フィルター性能評価、早期故障検知に不可欠な情報であり、レーザー光遮蔽法にはない洞察情報を提供いたします。



左図の 4 μm 粒子クラスのサムネイル画像をワンクリックで表示できます。この可視化機能により、従来のレーザー光遮蔽法では得られない粒子の形状解析情報も、現場で即时に確認できます。



右図は 25 μm を超える粒子を示しており、大きな気泡が写っているのを確認。気泡は解析上無視できるが、水滴であれば異なる問題の兆候となる可能性があり、現場での迅速判断を可能にする。