

潤滑油中の摩耗粉で機器の状態を診断！

～効率的な機器の異常診断を目指して～

01 技術開発の背景・目的

当社は、これまで潤滑油の状態を主に「化学分析」より評価してきました。

しかし、潤滑油が劣化する事例は少なく、機器異常は「潤滑油への異物混入」「軸受摩耗」が要因であることが多く、機械的な機器の異常も含めた**迅速かつ効率的な潤滑油評価技術の内製化が必要**と考えました。

02 潤滑油の評価技術

ベアリング、ギアなどの接触面では、摩耗粒子が発生します。摩耗粒子を分析・評価することで、機器の状態を診断します。

- 計数汚染度計（パーティクルアナライザー）

摩耗粒子のサイズおよび粒子数分布を測定します。

- 定量フェログラフィー

摩耗粒子の量的な変化を把握します。

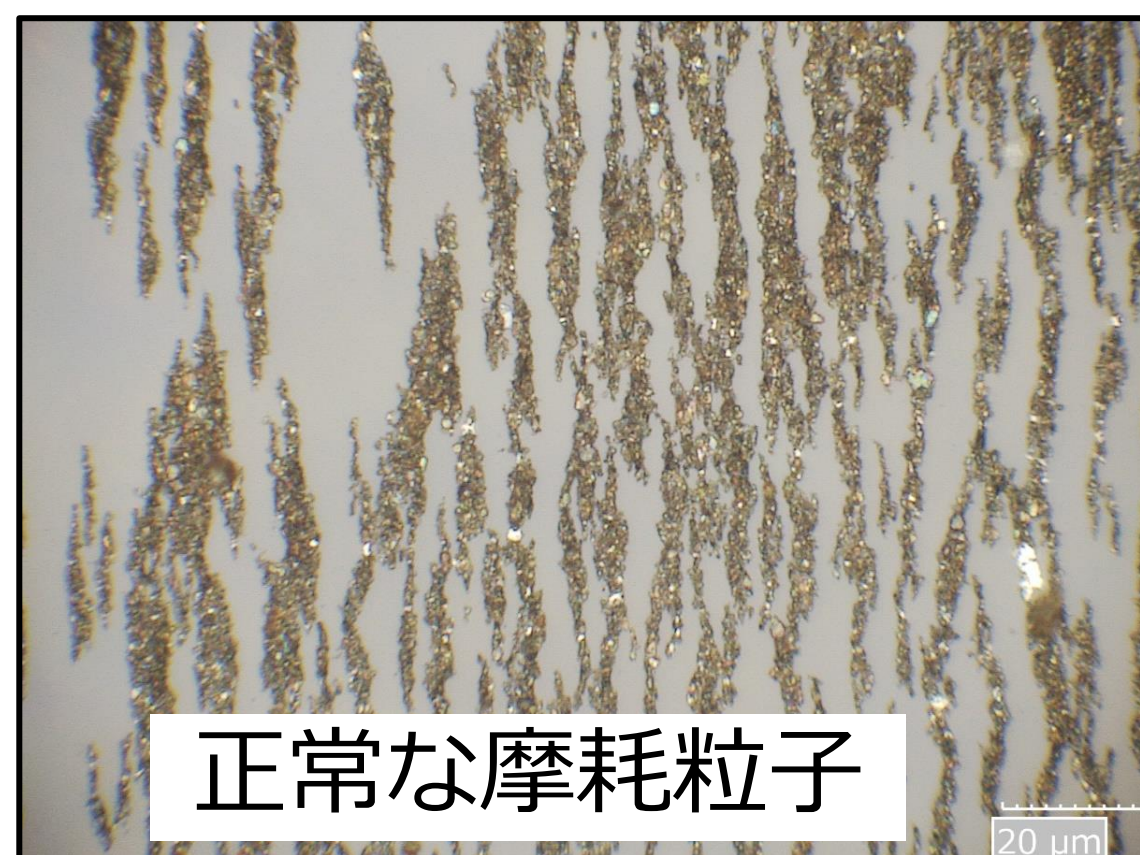
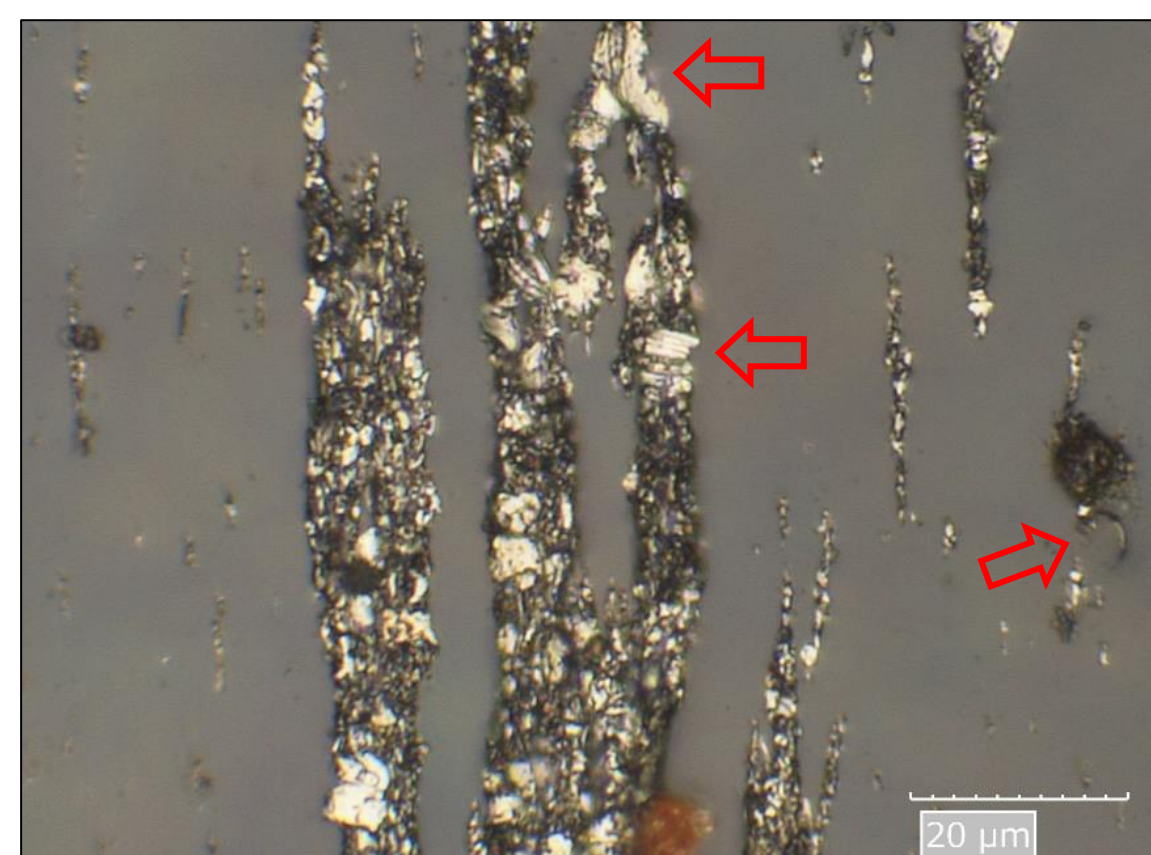
継続的な測定により**異常兆候**を数値で捉えます。

- 分析フェログラフィー

潤滑油中の摩耗粒子をサイズ・材質ごとに分離し、粒子の形状、色、表面状態より**摩耗発生の原因を推定**します。

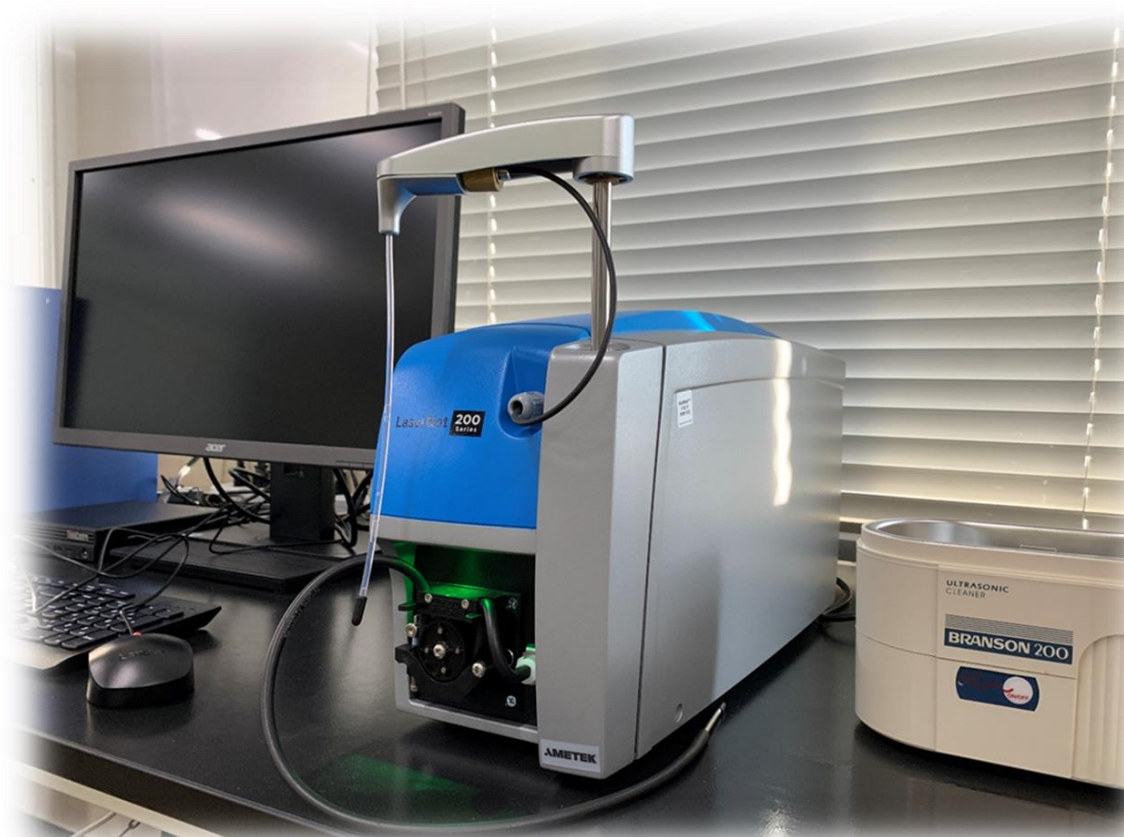
摩耗粒子の観察例

⇐ 異常摩耗粒子



正常な摩耗粒子

計数汚損度計



定量

フェログラフィー



定性

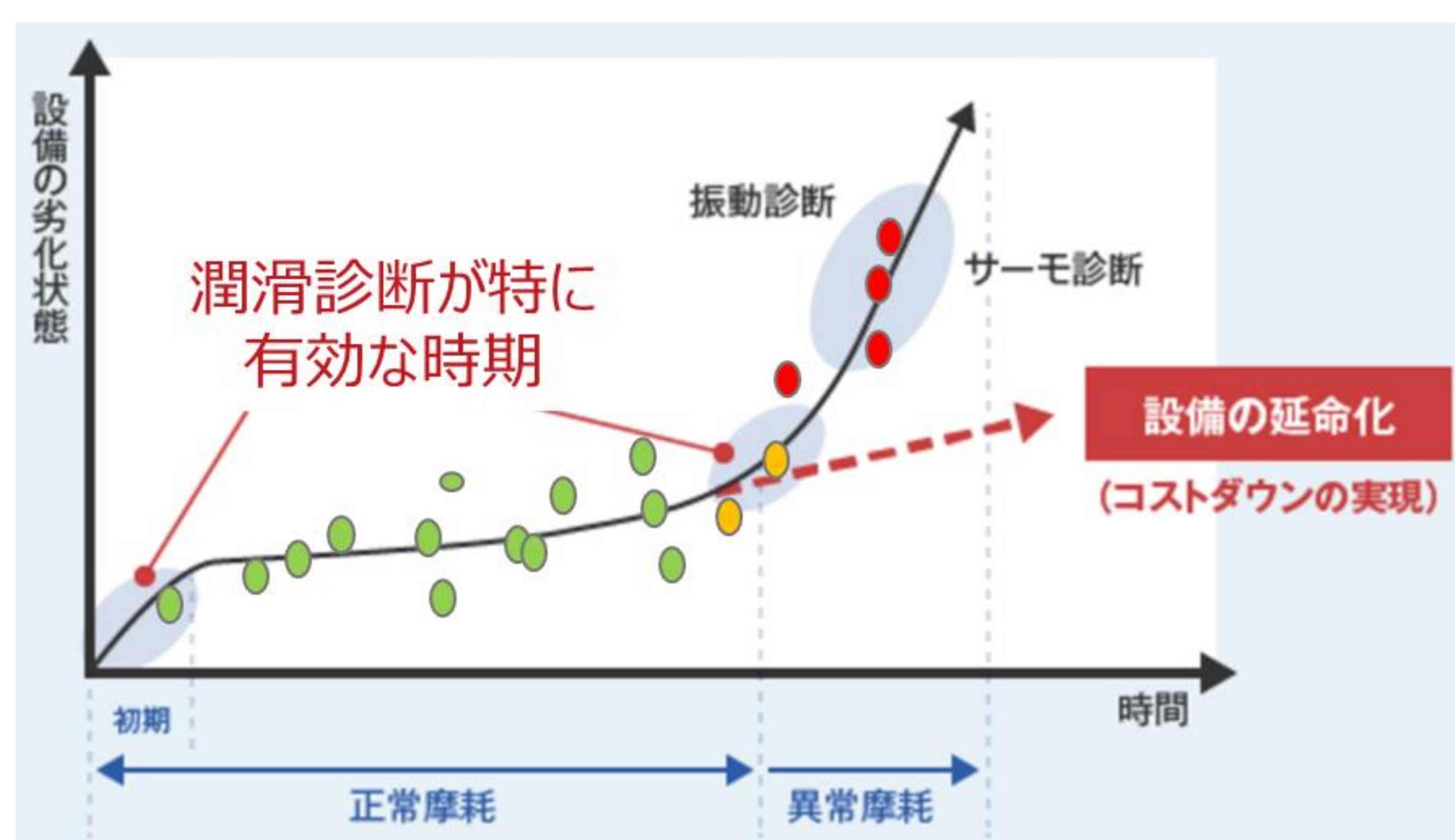
フェログラフィー

- ・ 摩耗箇所
 - ・ 発生症状
 - ・ 余寿命
- の推定

03 社会実装に向けた取り組み

- 年間**100検体以上**の自社設備・グループ会社設備、社外の潤滑油評価を実施しており、**経験とデータの蓄積**を行っています。
- 最適な機器保全（更油、機器メンテナンス）を提案できる**潤滑油診断を目指します**。

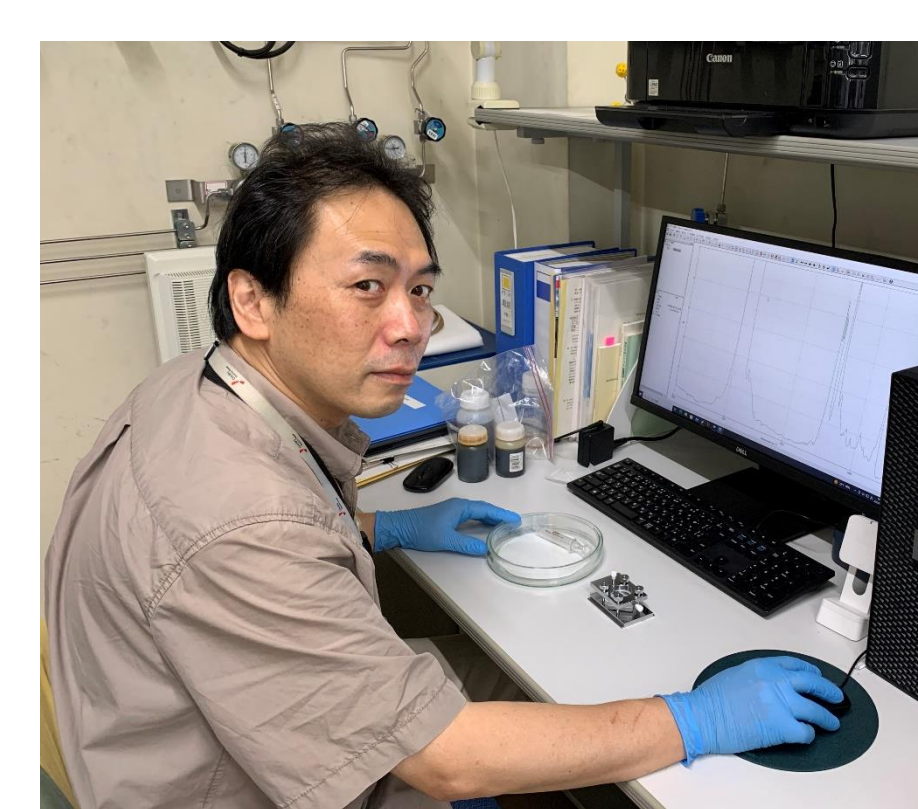
潤滑油管理のイメージ



04 研究者より

- 潤滑油は、回転機器など多くの機械に使用されていますが、化学分析のみでは機器の状態診断が困難でした。新たな分析機器を導入、社内技術を確立することで、さらなる現場課題の解決を目指します。

中部電力（株）技術開発本部 電力技術研究所



材料化学グループ 榊研究主査 材料化学グループ 林研究副主査

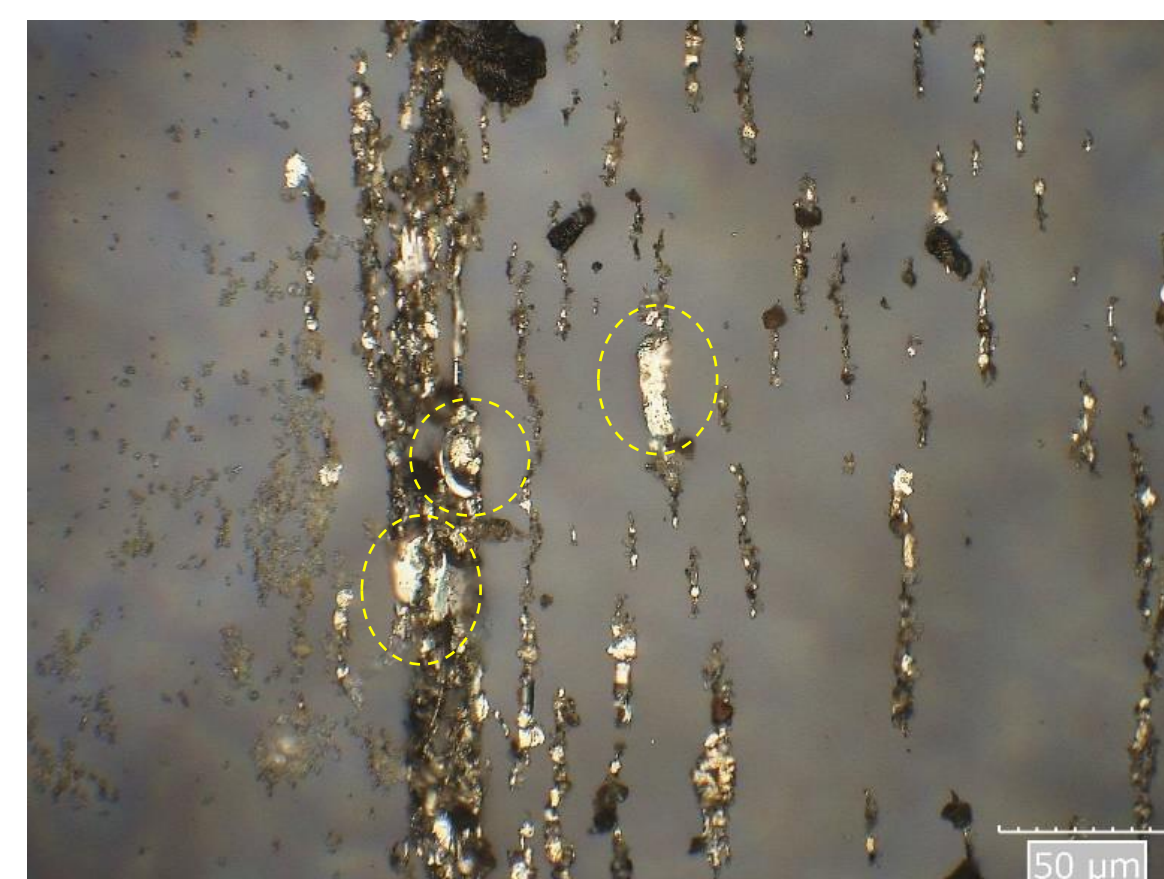
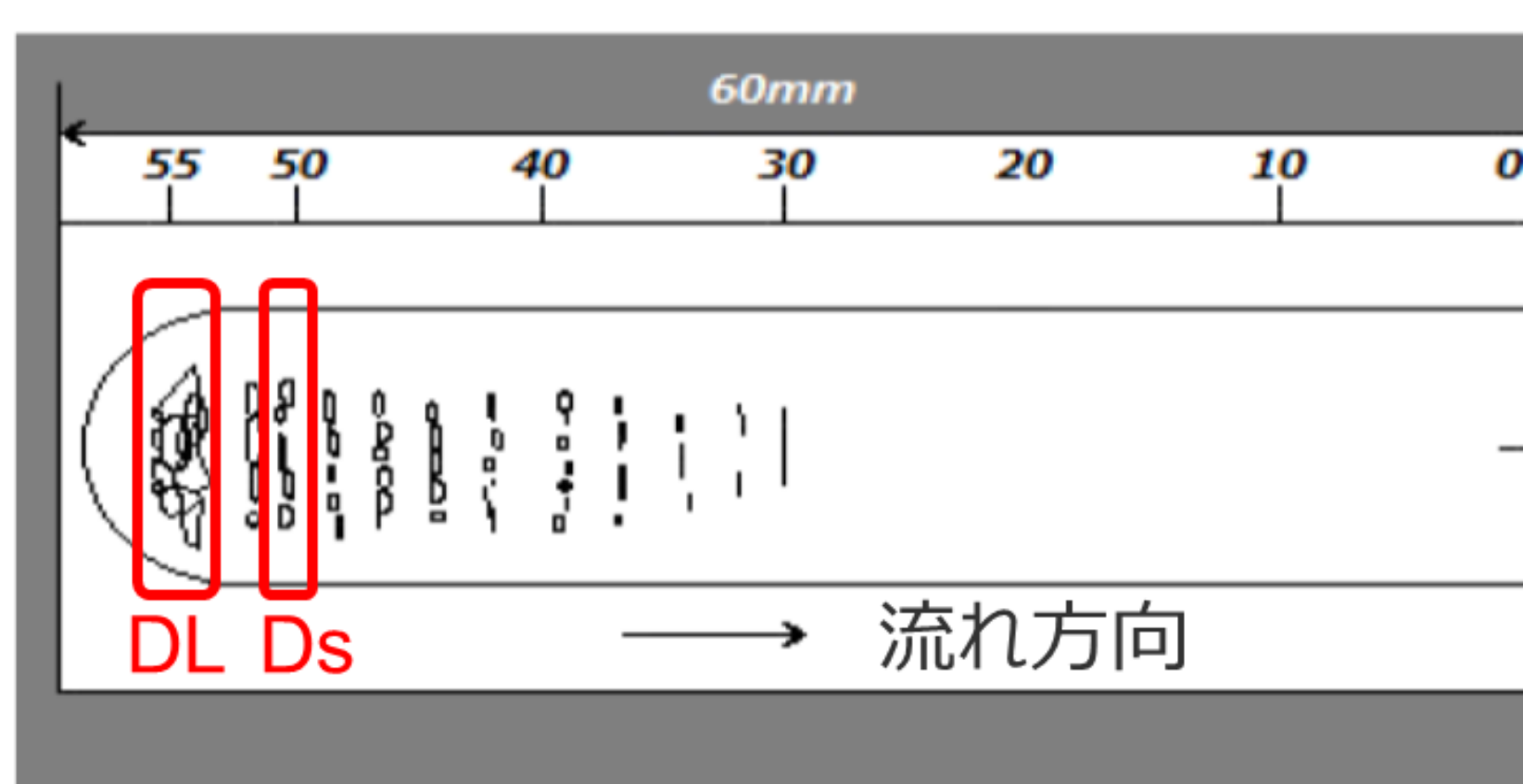
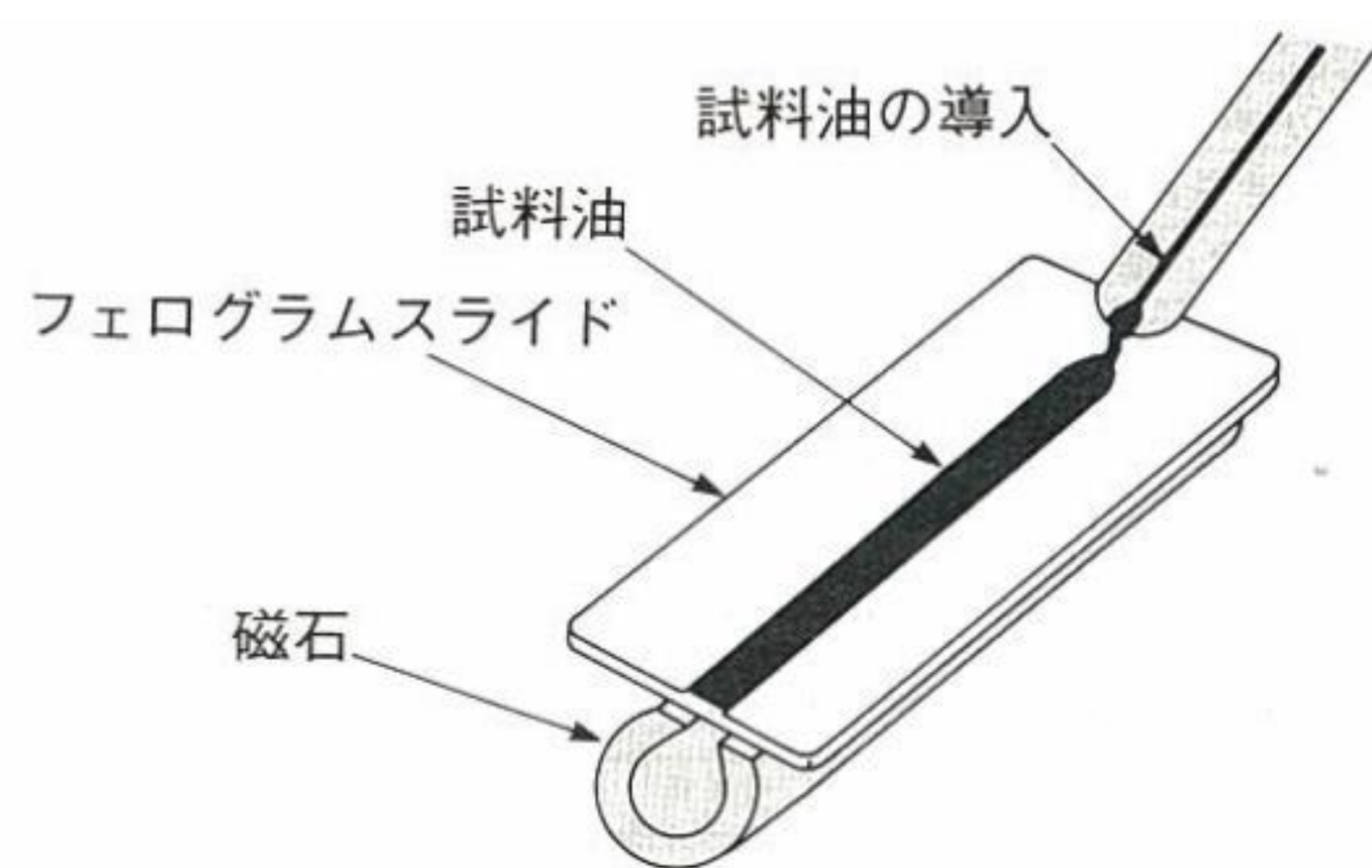
潤滑油中の摩耗粉で機器の状態を診断！

～効率的な機器の異常診断を目指して～

05 フェログラフィーとは

フェログラフィとは磁石を使って潤滑油中の摩耗粒子を捕集し、その**摩耗粒子の量と形状から発生部位の摩耗量や摩耗形態を診るシステム**です。

分析フェログラフィーでは、スライドガラス上に試料油をながし、試料油の流れ方向に摩耗粒子がサイズ順に捕捉されます。疲労や腐食摩耗などの形態的な異常摩耗から発生してくる粒子はそれぞれ**固有の形状**を示しています。捕捉**粒子形状により発生してきた部位の摩耗形態が類別**でき、**粒子量により摩耗の進行状態**が推測できます。



DL領域写真例



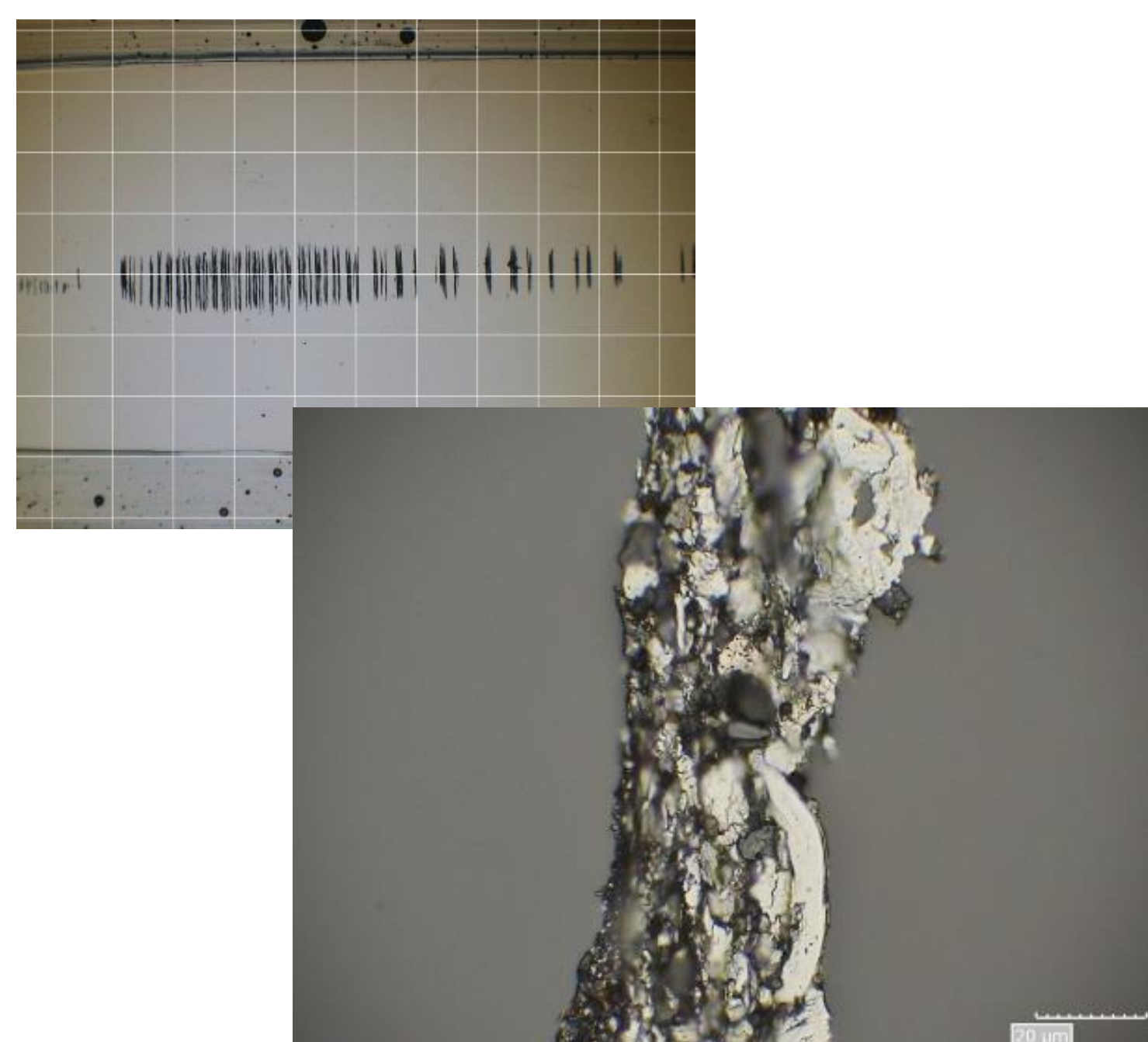
Ds領域写真例

$$\text{摩耗過酷度(Is値)} = (DL)^2 - (Ds)^2$$

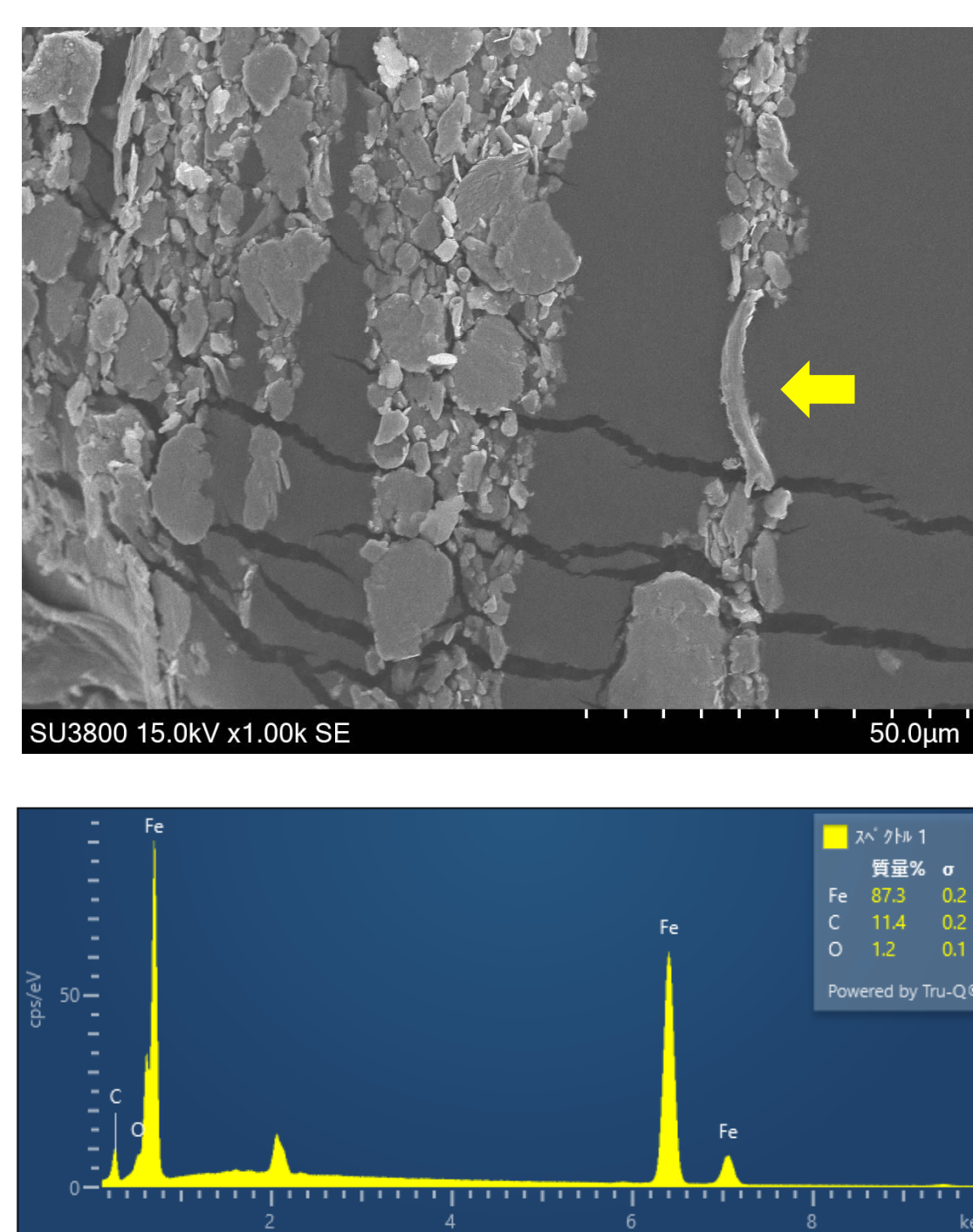
06 水力発電所の圧油・潤滑油・ギヤ油のフェログラム例

Is値	圧油・ 6.8×10^1	圧油・ 8.8×10^2	潤滑油・ 0.0×10^0	ギヤ油・ 9.0×10^2
DL領域写真				

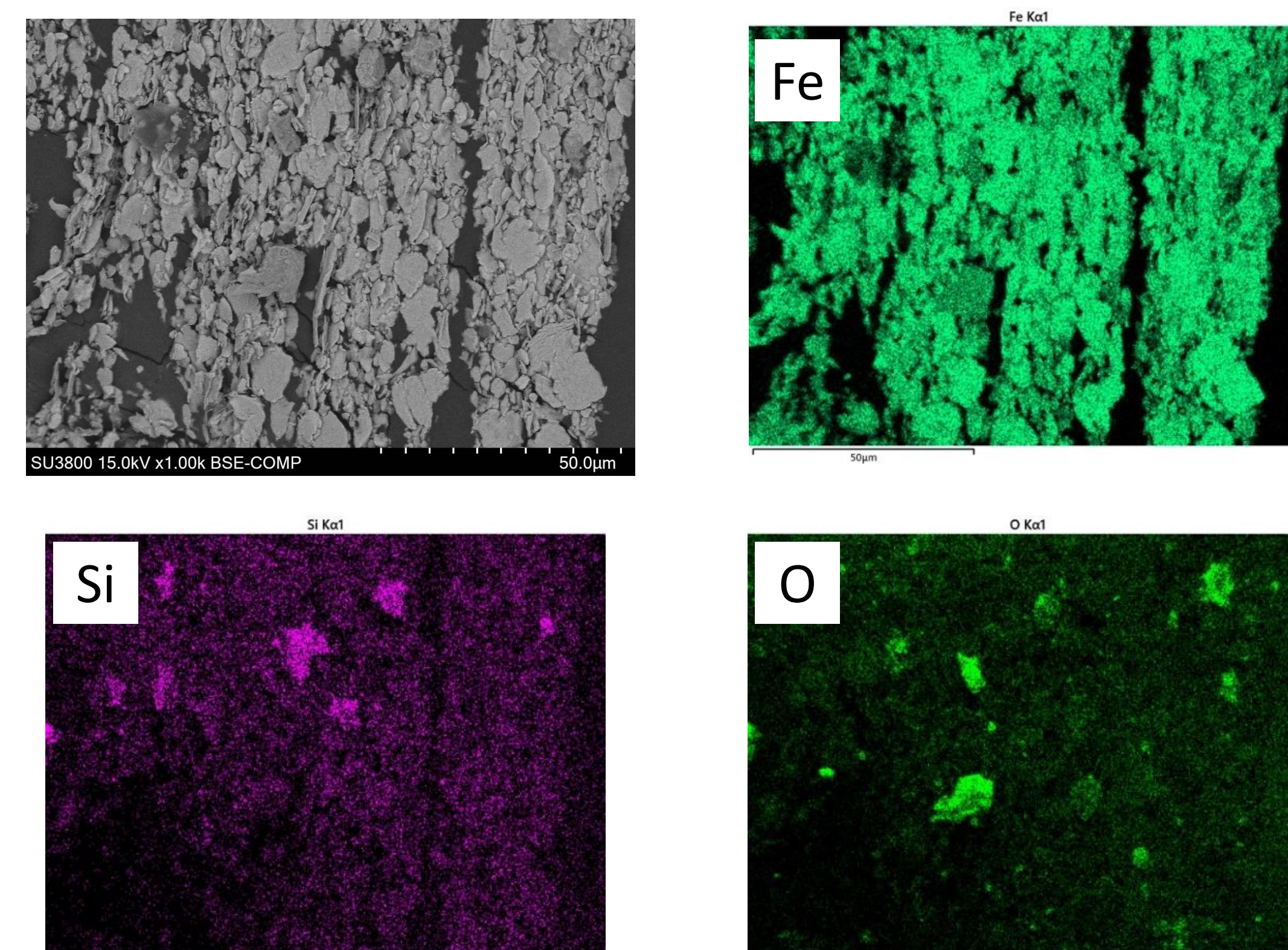
07 社外のお客さまの潤滑油分析例



作成したフェログラム
DL領域写真
Is値： 1.0×10^3



フェログラムの
SEM-EDS元素分析
主元素：鉄



フェログラムの
SEM-EDS元素マッピング

潤滑油のICP発光分光分析

～より高精度な油脂類評価を目指して～

01 技術開発の背景・目的

当社はこれまで、保有するICP発光分光分析装置を水系の微量元素分析にのみ使用していました。しかし、潤滑油のフェログラフィー分析の内製化に着手した結果、より広い油脂類の状態を高精度に評価できる**ICPを用いた油中の微量元素分析**についても内製化が必要と考えました。

02 ICPによる油脂類の評価

ICPは、分析試料をプラズマ中で発光させ、元素固有の発光線波長を検出することで、試料に含まれる元素および濃度を分析する装置です。

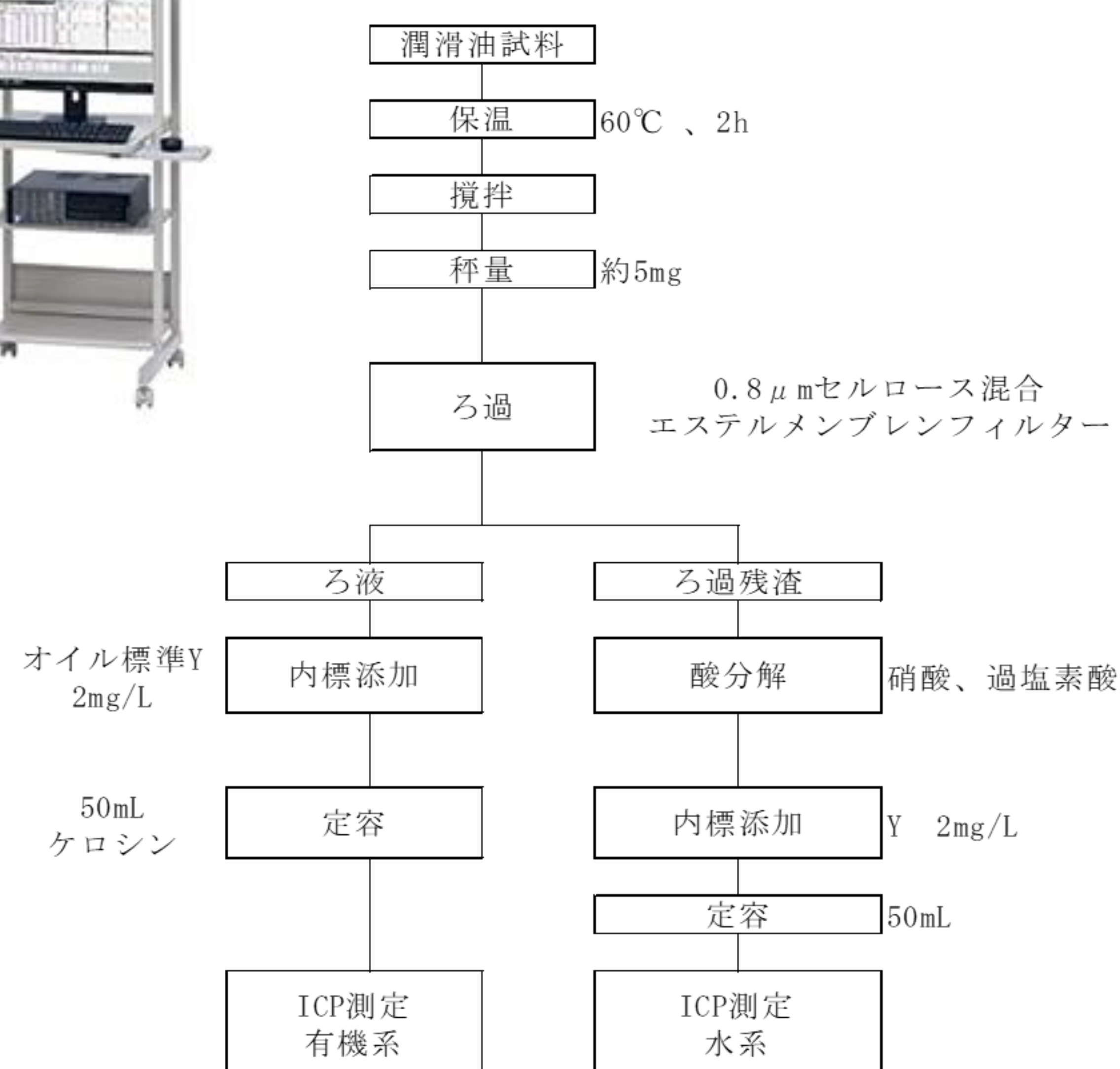
ICPを利用する油脂類分析では、ろ過により摩耗粒子を分類します。

0.8 μ m以下の粒子はそのままICPに導入し、0.8 μ m以上の大きな粒子は酸溶解後にICPに導入し分析します。

水力発電所 圧油 分析結果例

(mg/kg)

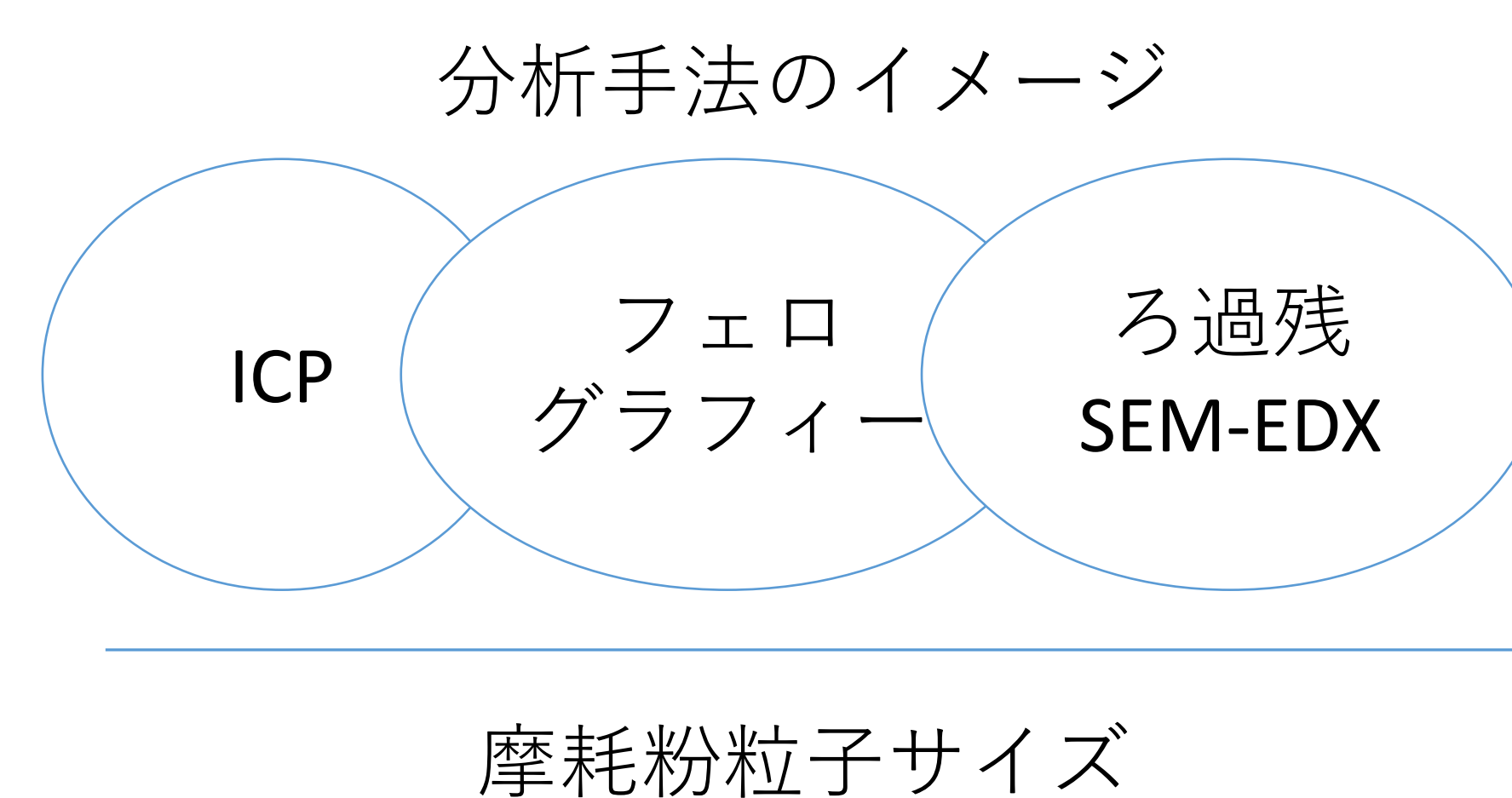
元素	測定波長(nm)	K	T1	I	O
Fe	260.018	2.1	<0.20	<0.20	<0.20
Pb	220.422	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Cu	324.847	<0.50	1.0	<0.50	<0.50
P	213.686	3.0	<2.0	<2.0	<2.0
Zn	213.924	1.8	<0.2	<0.2	<0.2
Ca	393.477	<0.10	<0.10	<0.10	0.32
Al	394.512	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Si	251.687	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70
B	249.848	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Mo	202.096	4.1	<1.0	<1.0	<1.0



潤滑油のICP分析フロー

03 社会実装に向けた取り組み

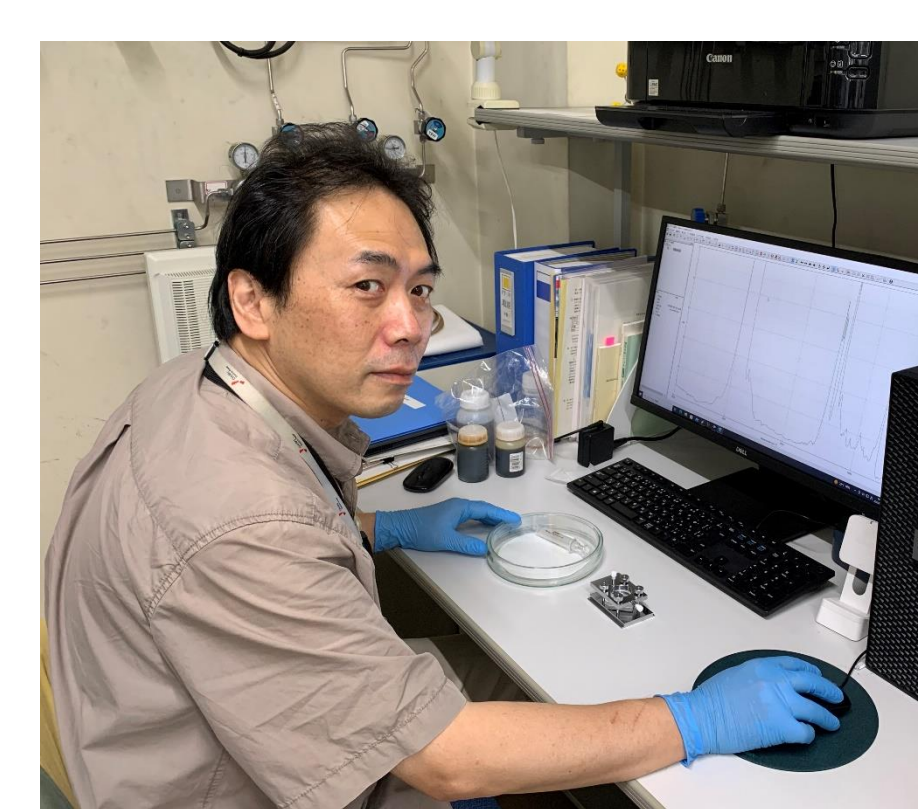
- 自社設備・グループ会社設備、社外の油脂類評価に順次取組み、**データの蓄積**を行っていく予定です。
- 最適な分析手法を選択し、お客さまにメリットある**油脂類診断を目指します**。



04 研究者より

- 化学分析のみでは機器の状態診断が困難でした。新たな分析機器を導入、社内技術を確立することで、さらなる現場課題の解決を目指します。

中部電力（株）技術開発本部 電力技術研究所



材料化学グループ 榊研究主査 材料化学グループ 林研究副主査