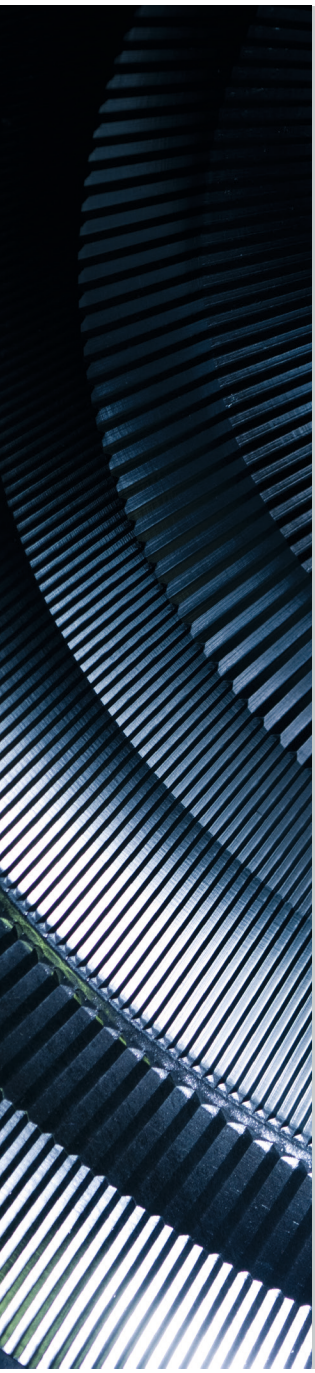
SPECTRO ANALYTICAL INSTRUMENTS
ホワイトペーパー



規格に基づく材料試験

貴社の分析は現在の要求事項を満たしていますか？

はじめに

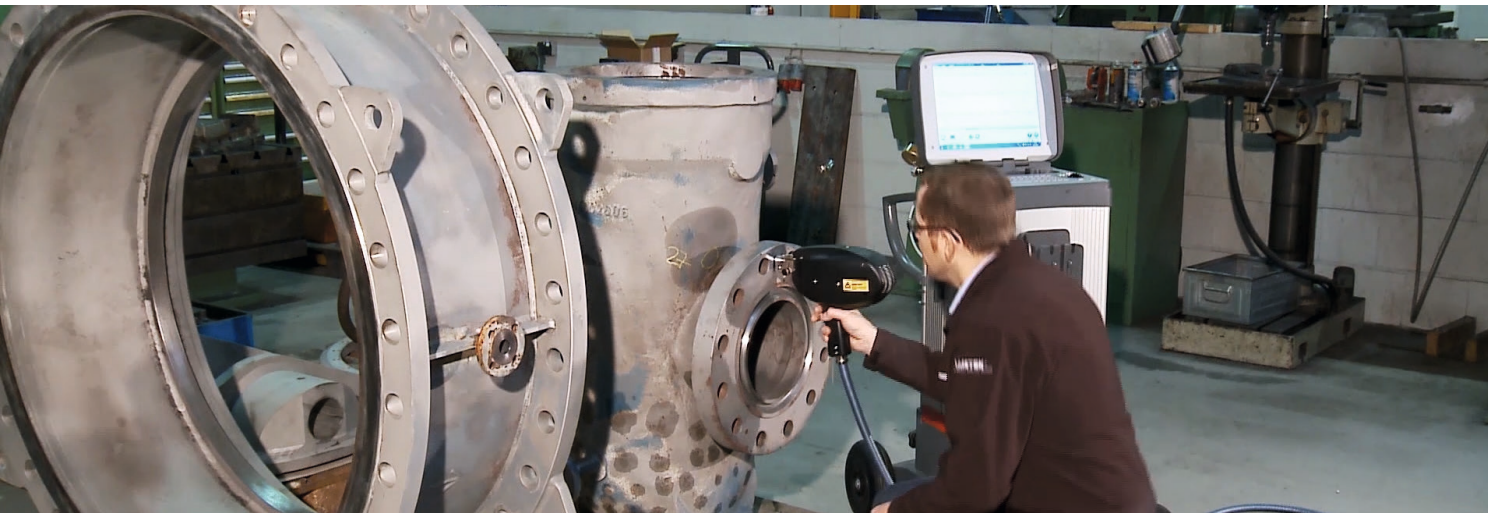
世界的な規制基準の強化に伴い、様々な業界の製造業者や加工業者は、材料の分析方法において新たな課題に直面しています。例えば、国際標準化機構(ISO)や国際自動車タスクフォース(IATF)などの認証品質管理機関が発行する新しい要求事項の下で、多くの企業が材料規格の審査に直面しています。

IATF 16949:2016とISO 9001:2015（広く知られている以前の規格ISO 9001 [1]とIATF 16949 [2]の最新版）は、どちらも2018年9月に発効しました。

以前の規格と比較して、これらの規格は分析測定や試験の性能に対する要求が高まっています。

これらの新しい要求は決して不合理なものではありません。材料のエラーは、材料や人員に損害を与える事故、製品リコール、訴訟など、重大な結果をもたらす可能性があります。これらの新しい規則に従う製造業者は、そのような受け入れがたい結果のリスクを大幅に減らすことができます。したがって、このような事態を回避するための論理的なシステムは歓迎されるべきものです。

この論文では、アークスパーク分光計を使用した分析に適用される典型的な一連の要件の要点を概説します。引用した規格に準拠することで、プロセスが最新技術に従って動作していることが保証されます。この準拠の証明は、損傷や紛失による監査の際に最も有益です。



背景

ドイツでは通常、認定試験所はDIN EN ISO/IEC17025:2018-03という規格に準拠しています。
概説された規則に適合することで、ユーザーはISO 9001またはIATF16949への準拠に関しても安全側に立つことができます。

DAkkS（ドイツ認定機関）はドイツ連邦共和国の認定機関です。
一般的に、DAkkSによる認定は、例えばDIN EN 17025に適合しているなど、業務が正しく実施されていることを準公的に確認するものです。
同様の規定は、世界各国で適用されています。

ISO 9001またはIATF16949の最新版に従って分析を審査する際、ユーザーはDAkkSによるDIN EN 17025に従った認定に必要なものと同様の認定審査要件に遭遇します。

その文書 "71_sd_1_005" [4]の中で、DAkkSはスパーク分光メータの適切な動作のために満たすべき条件を挙げています。

ここでDAkkSが念頭に置いているのは据え置き型の装置です。これらの条件は、火花励起、アーク励起、レーザー励起の移動式分析システムに容易に移行できます。これらのポイントを満たすことで、DIN EN 9001およびIATF 16949に準拠した分析監査に備えることができます。

(注：ドイツ語の読者のために、"71_ sd_1_005 "はDAkkSのウェブサイトからダウンロードできます。わずか数ページですが、明確に表現されており、絶対に読む価値があります。コンプライアンスに関する情報を提供するため、ユーザーはこのリストをポイントごとに確認することができます)。

本レポートでは、この規格で示されている最も重要な要求事項のみを検討します。これらは、2つの一般的な分野に要約することができます：
- 規格に準拠した作業が可能なように環境が整備されていること。
- 測定装置（この場合は動作分光計）は、最低限の要件を満たしている必要があります。

چپ أ ף

1. ǎس ` ـبقـ ـ ـگ

خ ت - ´ إ ّ~ ðs ~ . ∩ ¡ ½... ï ك . ـ
ژ ىا ا ا ` ـ ï ت - ´ ا ا ا ً أ لإ
^ گ أ ههي~ ى ى ´ ط ض~ . ى ` ز ` ق~ ~
ף ǎ ∩ ´ ½... ï ك . ـ ـ ´ ف ~ ~ Þ ً~ ً
ـ ' ق ز ـ ` ج إ i ` ً ط ~ ¸~ أ
ذ ن~ ¡ ـ ش ه ǎ ز ǎ د ك ~ ج ـ ـ ¡ `
ً أ لـ~ ' ق~ . ى ` ز ` ق ¡ ` ً ا ى ´
ـ ¨ ~ ' ق~ . ى ` ز ` ق ف~ ط ض~ . ً
أ ز ط ~ ~ أ

2. ـ ذ ـ ـ

½... ï ك . ~ ً ـ ً ـ ً ث لى ى ` ً حم ً
ŭ ئ ف ك~ ـ ـ ً~ . ً أ ز ط ~ ~ أ ، ً `
. ´ ً ¡ ث لى أ گ ههي~ ج ش ~ ف ً ـ ´
ـ i ¸ ً أ ز ط ف ` . ~ ¸~ أ 2 ~~ `
ً 3 ـ ههي ف ق ¡ ـ ه ـ ¡ ـ ى گ أ ا Þ ´ ـ
ض~ . ى ` ً ¡ ` ~ ` ~ أ ï ` ط ى ` ز g
ـ ك ~ ج~ ~ أ ^ . ~ ¡ حم ً ŭ ئ ف ك
ً ـ ز ا ا ا ا ز طح ن~ . ث ـ ´ ´ . ~ ،
~ أ ـ ز ا ا ~ ً أ ` ڜ ـ ا ا ا ا
´ ¡ ى ى ` ـ . ´ ¡ . ~ ´ . ´ ج ى ` ز ط ض
ك ~ ج~ ~ أ حم ً ŭ ئ ف ك ¡ ف غ ـ
٦ ´ ¡ ` ´ ش ¡ ' ح ï ى ڑ أ ً ق ث´ .
ھھ ئ ` ~ ~ أ ڈ : شم ا ا ً ل(C) گ أ ق
~ حم ً~ . ـ ا ¡ ً ج ا ن ا ´ . . ا ج ´
. ¨ ~ ضط ´ خ ً ي ز ى ـ . ى ` ط ز
~ ~ أ خ ئ ز ي ا ´ ف ك ~ ج ´ ج ـ
ا ¡ ل ڑ ز ں~ ج ى ` ز ط ~ ~ أ

حم ً ت ز ` ً . ث ´ ذ h ك . ف ¡ ـ ا
ǎ~ . ذ ث إ ض ف ڈ ن~ ¡ [6]-[12] Þ ´ ط
ض ك ~ ج~ ~ أ

3.分析実施担当者の資格と能力の文書化

ここで最低限必要なのは、担当者のリストとそのトレーニングおよび権限です。日常的な分析を行っている担当者が、警告のしきい値を超えた場合に是正措置を講じる権限があるとは限りません。

さらに、適切な技術資料を担当者が入手できるようにしておく必要があります。

4. 取扱説明書

ルーチン分析やその他の定期的な検査作業（選別管理や等級識別など）を実施するための標準作業手順書が用意されていること。標準作業手順書には、サンプルの前処理と検査手順に関する規定が含まれています。含有量を決定するための標準作業手順は、分析される元素とその含有量の範囲を定義する方法です。

また、分析装置が試験のために解放されることを保証するための準備も必要です。これは通常、管理標準を測定し、その結果を平均値管理図に記入することによって行われます。これらのチャートは以下のような構造になっています：

各管理標準物質と各要素のチャートがあります。管理基準の内容の平均値と予想される変動は、予備段階で調査されます。この観察に基づき、予想される変動範囲を示す介入限界が平均値の上下に設定されます。さらに、平均値により近い上下の警告しきい値が定義されます。警告リミットの間の内側の許容範囲が残っている場合、システマティック測定誤差を修正するためのアクションが必要です。

すべての管理標準の測定値が許容される変動の範囲内にあり、指定された最小要件の繰り返し精度を満たしている場合、スペックトロメータシステムはテスト手順のために解放することができます。

平均値管理図の保持は、操作手順によって規制されるべきです。これは、上下限の警告しきい値を超えた場合（例えば、スパークスタンドの清掃時、窓の清掃時、再校正時など）に何をしなければならないかを決めるものです。

警告しきい値を超えていない場合でも、是正措置が必要な場合があります。

例えば、以下のような場合です：

・連続する7つの測定値が平均値を上回るか下回る

・11個の測定値のうち、10個が平均値の線の片側にある

・連続する7つの測定値が着実に増加または減少している

図1は平均値管理図の注釈付き例です。

5.認証標準物質（CRM）は、使用されるすべての検査方法について入手可能であること

分析装置の検査に使用されるCRM（認証標準物質）サンプルは、ポイント4で述べたコントロールスタンダードと同一ではありません。管理標準試料は比較的頻繁に測定されるため、非常に短時間で消費されます。
それらは均質でなければなりませんが、元素の含有量はおおよそでよいのです。

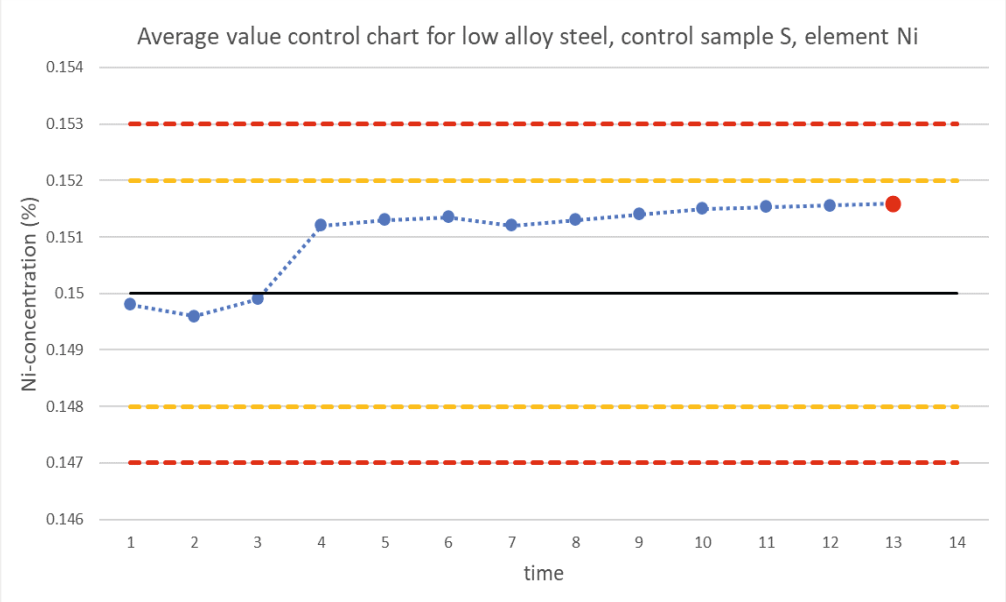


図1：平均値管理図の例

最後の測定（赤でマークされたポイント）の後、2つの理由から処置が必要です：

- 直近の*11*回の測定値のうち、*10*回が平均値ラインを超えていた
- 連続する*7*つの測定値が、前の測定値よりも大きかった

もちろん、介入リミットを超えた場合も対策が必要です。

利用段階に入る前の予備期間に決定された平均値と標準偏差：

- 平均値（*Av*）：*0.15*
- 標準偏差 *0.01%*

以下より算出：

- 介入上限（*UCL*、赤の上線）：*0.153%*
- 警告上限値（*UWL*、上段オレンジ線）：*0.152%*
- 警告下限値（*LWL*、オレンジ色の下線）：*0.148%*
- 介入下限（*LCL*、赤線下限）：*0.147%*

原則として、各管理標準物質からバッチごとに数検体を採取します。
これらは、測定値が一定であるかどうかを確認するためにのみ使用されます。それに比べ、標準物質は高価です。通常、より長い間隔、不確かさのある場合、または監査においてのみ使用されます。
標準物質の場合、監査人は通常、対応する証明書に記載された値が SI 単位にトレーサブルであることを要求します（[13]を参照）。これは、市場で入手可能なごく少数の標準物質の場合です。しかし、ゲルマン連邦材料試験所（BAM）やNISTなどの準公式規格を入手すれば、この厄介な落とし穴を避けることができます。

6.技能試験

DIN EN 17025に基づく認定のためには、技能試験（ラウンドロビン試験）への参加が必要です。外部サービスプロバイダーからのサンプルは、定期的（例えば年1回）に分析されます。その値が他の参加者の値と統計的に有意に異なる場合は、是正措置を講じなければなりません（[14]も参照）。

7.試験報告書-最小要件

試験結果に加えて、その文書が試験報告書であることを一意の識別子（例：連番）とともに示すこと。また、依頼者及び試験所の名称及び住所、試験した材料の明確な説明、試験日及び試験片の記入日、勤務先及び試験報告書を承認した者の署名が含まれていなければなりません。

分析装置の要件

上記の環境要件は、ユーザーが単に「認証済み分析装置」を購入することができない理由を示しています。
どのようなモデルを選んでも、ユーザーの運用環境における一定の組織的対策は避けられません。

しかし、ユーザーは、現在使用している分光計システムが、あるいは将来使用する予定の分光計システムが、規制当局が現在要求している検査タスクに対応できるかどうかをチェックすることは可能であり、またそうしなければなりません。

DAkkS文書 "71_sd_1_005" [4]では、外部基本校正（サービス・プロバイダーまたは装置メーカーが行う）と内部基本校正（ユーザー自身が行う）の違いを示しています。モバイル分光計は通常、ユーザーによる校正は行われません。しかしながら、監査の状況や検査結果に関する論争の場合、ユーザーはDAkkS文書に記載されているパラメータに関する質問に答えることができるべきです。
もちろん、機器を購入する前に、このような点を考慮する必要があります。

1. 検出および検出限界の要件

多くの分析作業において、検出感度は非常に重要です。非検出限界はDIN 32645 [5]でゼロサンプルの標準偏差の3倍と定義されています。スパーク分光分析では、ゼロサンプルは純金属のサンプルです。例: 非合金鋼のメソッドでは、検出限界を決定するために純鉄 (Fe) サンプルが使用されます。



これは比較的簡単です。DIN　32645とは対照的に、いくつかの装置メーカーは標準偏差の2倍を検出限界として示しています。これを知っているユーザーは、標準検出限界に1.5の係数を掛けて計算し、同等の値を得ることができます。DIN　32645では、ゼロサンプルの標準偏差の10倍を判定しきい値としています。

ここで重要なことは、高純度物質の検出や定量を行うことが目的であるということです。
例　炭素の標準偏差は60ppm（0.006%）です。
純度の高い試料を測定し、0.018%以上の値を得た場合、その純度の高い試料には炭素が含まれています。0.06%以上の値については、検出されなかった値を定量値として送信することができます。

a)検討される等級の合金元素の範囲が狭い場合、b)標準偏差は検討される分析物(この例では炭素)を含まない等級で決定される場合、同じ論理を合金金属の等級内で適用することができます。
残念ながら、鋼材にはa)もb)も通常当てはまりません。

例：1.4301(米国：304)と1.4306(米国：304L)のような　グレードを分ける問題にしばしば直面します。

1.4306は最大0.03%の炭素を含みます。
この限界値を確実に測定するためには、定量測定範囲内に収まっていなければなりません。
炭素を含まないサンプルの標準偏差は30ppmを超えてはなりません。それだけではありません。1.4301と1.4306には、0～1%のケイ素（Si）と0～2%のマンガン（Mn）が含まれています。
クロム(Cr)とニッケル(Ni)の許容変動幅は約2%です。その他の元素はコンマ数%の変動があります。

体系的な誤差が生じ、炭素含有量の増加や減少が報告されることがあります。
このような誤差は、校正関数を厳密に調べることによってのみ認識することができます。しかし、原料中の濃度が変化する場合、多かれ少なかれ必ず存在します。

この例では、0.01%の系統誤差の可能性が決定された場合、少なくとも0.01%の測定の不確かさが常に予想されます。図2はこの関係を図示したものです。
したがって、ランダム誤差を最小限に抑えるために、30ppmをはるかに下回る（例えば15ppm）ゼロサンプルの再現性を求める必要があります。

したがって、検出下限がモニターされる最低濃度下限を下回るだけでは十分ではありません。この例では、0.03%のリミットを監視する場合、45ppm（0.0045%）の検出リミットが必要であることを示しています。

ここで述べたことは、分光器を購入する際に考慮しなければならないことです。日常的なタスクを十分に処理できないシステムで実施された分析は無意味です。
それどころか、実施されたテストそのものに意味がないにもかかわらず、ユーザーの義務が果たされたことを示唆してしまうかもしれません。
このことは、後から振り返って、ユーザが技術水準に従って作業が行われたことを証明しようとする場合に、困難な事態を招きかねません。

2. 校正機能の要件

監査人は、今日の高度な分光計で可能な校正機能に驚嘆することがよくあります。

校正曲線の経過は、達成可能な最高の不確かさを明らかにします。
検出された検量線関数を中心としたサンプルの分散から、濃度決定における系統誤差を読み取ることができます。
理想的なシナリオでは、個々の標準物質の強度と濃度比から形成される数対は、決定された検量線上に紐の上のビーズのように並んでいます。サンプルが検量線から大きく離れている場合、この距離は予想される系統誤差の指標となります。

濃度が低い場合のスペクトル線は、濃度が高くなるとかなり急峻になるのが普通です。
(添付の画像では、X軸は強度、Y軸は濃度)

濃度が高くなると、線は分析に適さなくなります。濃度の大きな違いは、強度の小さな違いにしか対応しないからです。

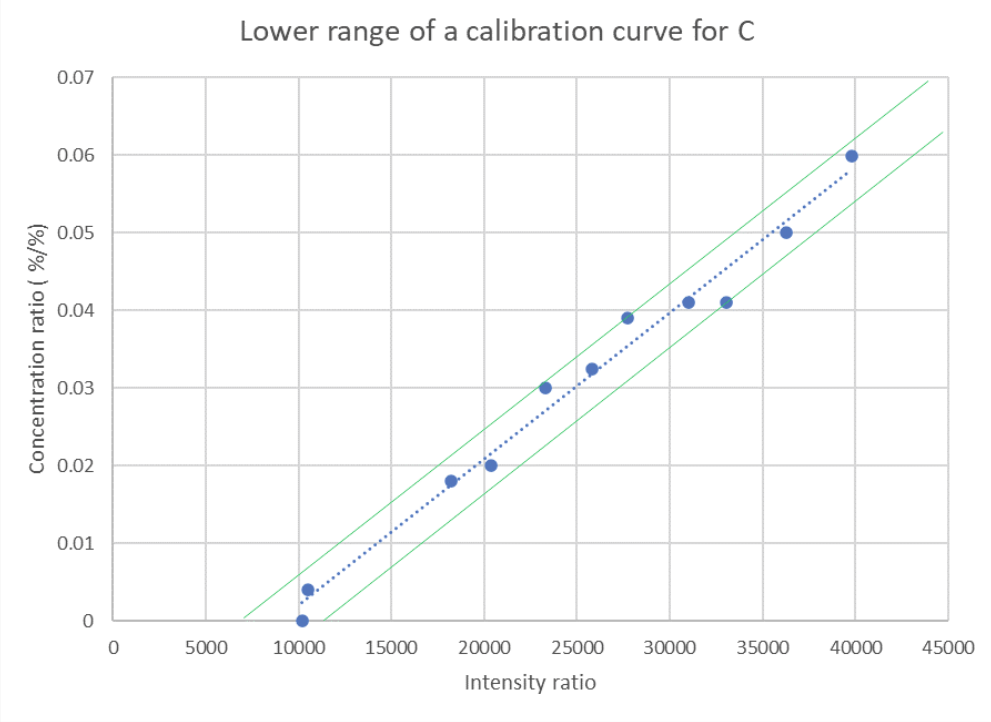


図2：予想される系統的校正誤差の図解

図2に示した校正関数では、緑の線と曲線（点線）の間の距離に対応する系統誤差が予想されます。この例では、約0.004%です。もちろん、その他の系統誤差の原因も考慮する必要があります。

較正機能はまた、脱終端が可能な内容物に関する情報も提供します。

ゼロに近い濃度における分散の重要性については、前述の1で説明したとおりです。
この分散は検出と定量を制限します。

校正関数と、計算された校正関数に対する試料の位置は、スペクトル線の使用可能な範囲に関する情報を提供することに注意してください。
追加パラメータとして、対象としているスペクトル線による測定の再現性が含まれていれば、その分析性能は完全に把握できます。

監査員はしばしば、SI単位にトレーサブルな標準物質を用いてのみ校正機能を記録するよう要求します。しかし、実際にはこのようなことは不可能であり、そのような標準物質の入手可能性は極めて限られています。　しかし、わずかなサンプルに裏付けされた校正は、現実を正確に反映することはできません。



そのため、機器メーカーは校正機能を開始する際に、可能な限り多くの準公式サンプル（BAMやNISTなどのメーカーによる）を測定するようにしています。

すべての移動分光計が、標準物質を使用して校正関数を決定する古典的な経験的校正で動作するわけではありません。
その代わりに、いわゆるマスターサンプルの「フィンガープリント」を採取することができます。未知のサンプルを測定した後、システムは最も適合するマスターサンプルを見つけ、その分析を表示します。通常、未知試料の内容は、マスター試料との強度差に基づく内挿法で決定されます。

注意：この原則に従って動作するシステムを使用する場合、多くの場合校正曲線を監査人に示すことはできません。対応するフィンガープリントアルゴリズムがどのように機能するかについて製造業者から正確な情報を入手し、必要な場合（損傷の場合に監査が行われる場合など）質問に答えられるようにし、そのようなシステムを使用する前に考えられる落とし穴について明確にしておくことが望ましいです。
フィンガープリントアルゴリズムの非透明性の問題は、補間が行われないフィンガープリントアルゴリズムの例で示すことができます：

マンガン含有量0.8%の1.4306鋼種のマスターサンプルとマンガン含有量1.5%の1.4301鋼種のマスターサンプルは、どちらもデバイスのフィンガープリント・データベースに保存されています。
もし未知の1.4306鋼種の試料が約0.8%のマンガン・ニースを示す場合、この種のシステムは確実に1.4306鋼種のマスター試料を見つけ出し、その分析を正確に出力します。

これは、デバイスの再現性が非常に優れているという印象を与えるかもしれません。しかし、今度は1.4306合金の別の試料、つまりマンガン含有量が約1.5%の試料が測定されます。この場合、マンガン含有量が高いため、システムは代わりに1.4301のマスター試料を検出し、（誤って）その分析を出力する可能性があります。この結果は、他の複数の測定でも繰り返される可能性があります。明らかに、予期せぬエラーが発生する可能性があります。

フィンガープリント識別による含有量の決定は、古典的な経験的計算の場合よりも常に理解が難しいことに注意しなければなりません。フィンガープリント・アルゴリズムを使用する場合は、濃度補間を行う必要があります。

検量線を提供する装置を使用すると、スペクトル線を使用する意味がある濃度範囲を確認できます。また、検量線を使用することで、系統誤差の大きさを簡単に推定し、小濃度、中濃度、高濃度に分けて近似することができます。フィンガープリントアルゴリズムを使用する場合、これは不可能です。フィンガープリント・アルゴリズムが常に推奨されるわけではありません。アークやレーザーなどの励起源は第3元素の影響を強く受けます。経験的な校正の際、大きな系統誤差が発生します（アーク内の第3元素の温度変化、またはレーザーのエネルギー結合が一定でないため）。レーザー励起が使用される場合、例えばクロム/ニッケル鋼のクロム元素とニッケル元素の分析では、パーセント範囲での誤判定につながる可能性があります。このような状況では、代わりに指紋アルゴリズムを使用することができます。

また、スクラップの事前選別など、上記の問題がほとんど問題にならない用途もあります。多くのモバイルおよびハンドヘルドデバイスがスクラップのプレソート市場向けに製造されています。指紋アルゴリズムの使用はここではそれほど重要ではありません。

3. 安定性の要件

慎重な分析作業には、分析システムの安定性を把握することも含まれます。これは、管理標準を測定しなければならない適切な期間を決定するために必要なことです。装置が不安定、すなわち「ドリフト」している場合、このチェックは短い間隔で行わなければなりません。この場合、何十回もの測定に伴う、時間のかかる複数のメソッドの再校正が必要になることもあります。すべての分光計が最新のアルゴリズムに対応しているわけではなく、1～2サンプルを測定するだけですべてのメソッドを再校正できるわけではありません。

装置の安定性を判断するために、ユーザーは数日間にわたって分析装置を使用することができます。実施する測定回数は、実際に実施される測定回数と同程度にする必要があります。この期間中、コントロールスタンダードのセットを一定の間隔（例えば2時間ごと）で測定します。内容物を時間に対してプロットすることで、ユーザーはシステムの安定性を素早く把握することができます。

スパーク・システムやレーザー・システムに関する限り、数日間にわたる試験運転中に重大な保守作業が必要になることはありません。「重要な保守作業」とは、数秒以上の時間を要するものを指します。例えば、電極のブラッシングは許容されますが、強制的な標準化や部品の分解を必要とするクリーニング作業は許容されません。アークシステムでは、電極の燃焼が起こることがあります。この場合、電極の再調整や交換は避けられません。

結論

私たちは仕事において基準がますます厳しくなる複雑な時代に生きています。これにはコストがかかりますが、
損害を防ぎ、安全を確保し、効率を上げるためには不可欠なことです。
規制遵守のためだけでなく私たち自身の保証のためにも、私たちの分析作業は最先端の技術に従って行われるべきです。

従って、私たちの作業環境は標準に準拠した作業が可能なように組織化されていなければなりません。
そしてその作業は、十分に能力があり、効率的な分析装置によって行われなければなりません。
装置メーカーは、多種多様な分析タスクを実行できるように分光計を設計しています。
ユーザーはこのことを常に認識し、分光計システムが、ユーザーが適用する検査作業を実際に行うことができるかどうか
をチェックするために、十分な注意を払う必要があります。

メーカーは、魅力的なデザイン、最新のソフトウェア、低価格、軽量などをアピールすることがあります。
これらは様々な用途において重要です。
しかし、各ユーザーにとっての決定的な疑問は残らなければなりません：

この分光計システムは、検査を行う上で必要な要件を満たしていますか？

[1] DIN EN ISO 9001:2015-11、品質マネジメントシステム-要求事項（ISO 9001:2015）. Berlin, Beuth Verlag, 2015 1.
[2] International Automotive Taskforce: IATF 16949:2016 Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme für die Serien- und Ersatzteilproduktion in der Automobilindustrie (自動車産業におけるシリーズ及びスペアパーツ生産のための品質マネジメントシステム), 1st Edition, October 2016. のオンラインストアで入手可能。
German Association of the Automotive Industry (VDA), http://webshop.vda.de/QMC/de/IATF-169492016.
[3] DIN EN ISO/IEC 17025:2017-02 - 草案：試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項（General Competence Requirements for Testing and Calibration Laboratories）
(ISO/IEC 17025:2016）。ベルリン，ボイト出版社，2017
[4] 光学発光スパーク分光分析（OES）の認定のための最小要件、文書 71 SD 1 005、改訂 1.1, 2014 年 2 月 24 日
http://www.dakks.de/sites/default/files/
dokumente/71_sd_1_005_funkenemissionsspektrometrie_20140224_v1.1.pdf、2017.9.10 閲覧
[5] DIN 32645:2008; 化学分析-繰返し条件下での検出限界、検出および定量
- 用語、方法、評価。(Chemical Analytics - Detection, Acquisition and Limit of Quantification Under Repeatability Conditions - Terms, Methods, Analysis) Berlin, Beuth-Verlag
[6] DIN V ENV 13005 計測の不確かさの説明のためのガイド（ドイツ語版、1999年6月）
[7] EURACHEM CITAC GUIDE Determination of Measurement Uncertainty in Analytical Measurements (EURACHEM分析測定における測定不確かさの決定2004)
(分析測定における測定の不確かさの決定)
[8] EUROLAB 定量試験結果の測定不確かさ決定ガイド (TB_2_2006)
(定量的試験結果の測定不確かさ決定のためのガイド)
[9] GUM 測定データの評価-測定における不確かさの表現ガイド 2008年
[10] Nordtest Report TR 537 HANDBOOK FOR CALCULATION OF UNCERTAINTY IN ENVIRONMENTAL LABORATORIES 2004-02 (環境試験所における不確かさの計算のためのハンドブック)
[11] DIN ISO 11352 EN 水質 - バリデーションデータ（03-2011）に基づく測定の不確かさの決定
バリデーションデータ（03-2011）（水質-バリデーションデータに基づく測定の不確かさの決定）
[12] Deutsches Einheitsverfahren DEV AO-4 Leitfaden zur Abschätzung der Messunsicherheit aus Validierungsdaten (2006)(バリデーションデータから測定の不確かさを推定するためのガイド)
[13] 認証手順の文脈における計量フィードバックに関する情報シート，文書 71 SD 0 005， 改訂 0（認証手順と関連した計量フィードバックに関する説明文書）
www.dakks.de/userfiles/71%20SD%200%20005_merkblatt_r%C3%BCckf%C3%BChrung.pdf,
2017.9.20閲覧
[14] Inclusion of Proficiency Testing in the Accreditation, Document 71 SD 0 010, Revision 1.2, April, 14th, 2016.
www.dakks.de/sites/default/files/dokumente/71_sd_0_010_eignungspruefungen_20160414_v1.2.pdf、
2017.9.20閲覧

www.spectro.jp

GERMANY
SPECTRO Analytical Instruments GmbH
Boschstrasse 10
D-47533 Kleve
Tel. +49.2821.892.0
spectro.sales@ametek.com

U.S.A.
SPECTRO Analytical Instruments Inc.
50 Fordham Rd
Wilmington 01887, MA
Tel. +1 800 548 5809
+1 201 642 3000
spectro-usa.sales@ametek.com

CHINA
AMETEK Commercial
Enterprise (Shanghai) CO., LTD.
Part A1, A4 2nd Floor Building No. 1 Plot Section
No. 526 Fute 3rd Road East; Pilot Free Trade Zone
200131 Shanghai
Tel. +86.400.022.7699
spectro-china.sales@ametek.com

Management System ISO 9001:2015 ISO 50001:2018

Subsidiaries:
▶**FRANCE:** Tel. +33.1.3068.8970, spectro-france.sales@ametek.com ▶**GREAT BRITAIN:** Tel. +44.1162.462.950, spectro-uk.sales@ametek.com
▶**INDIA:** Tel. +91.22.6196.8200, sales.spectroindia@ametek.com ▶**ITALY:** Tel. +39.02.94693.1, spectro-italy.sales@ametek.com
▶**JAPAN:** Tel. +81.3.6809.2405, spectro-japan.info@ametek.co.jp ▶**SOUTH AFRICA:** Tel. +27.11.979.4241, spectro-za.sales@ametek.com

SPECTRO operates worldwide and is present in more than 50 countries. For SPECTRO near you, please visit www.spectro.com/worldwide
© 2020 AMETEK Inc., all rights reserved, subject to technical modifications • F-20, Rev. 0 • Photos: SPECTRO, Adobe Stock
Registered trademarks of SPECTRO Analytical Instruments GmbH • SPECTRO: USA (3,645,267); EU (005673694); “SPECTRO”: EU (009693763);