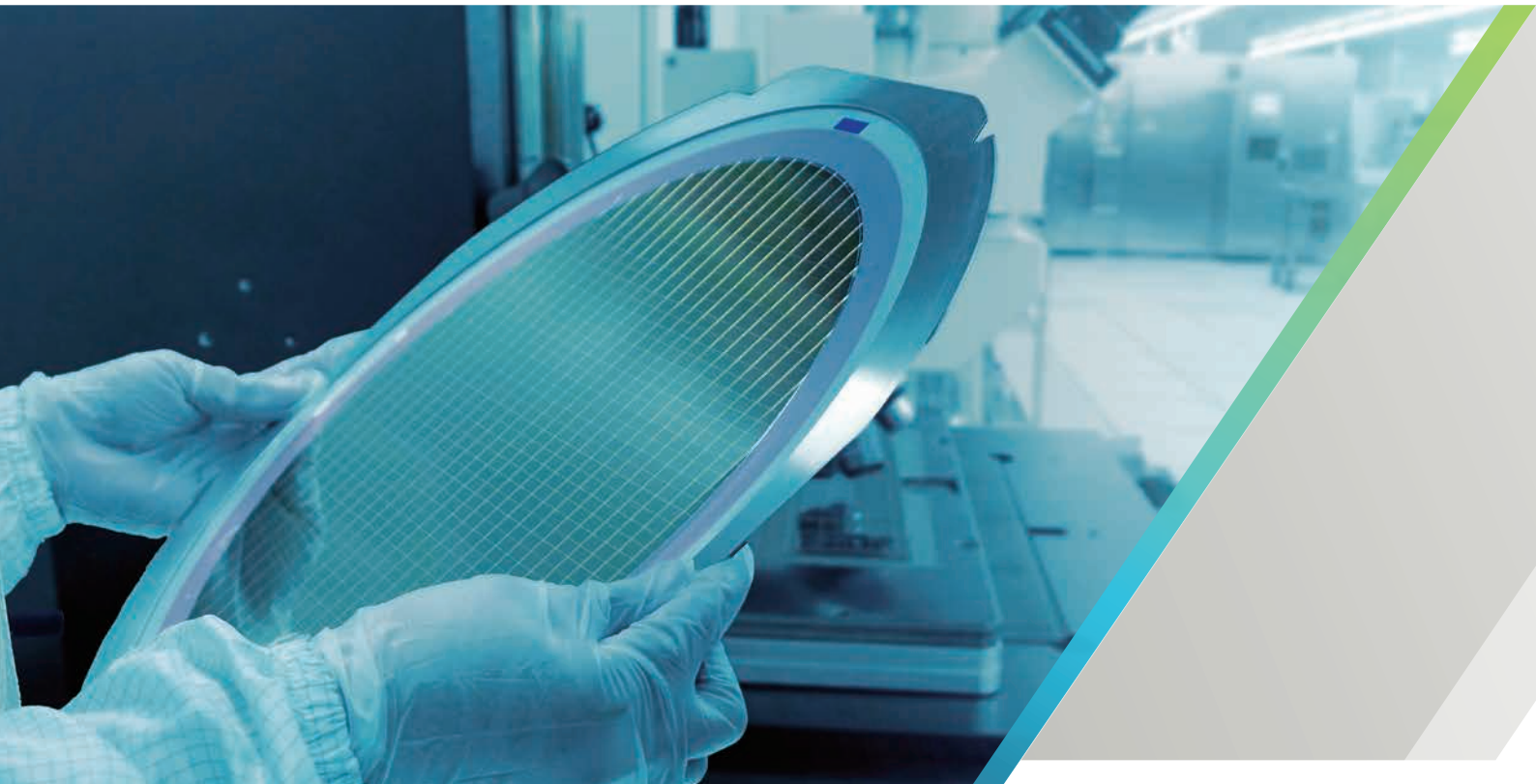


Tektronix®

テスト／計測機器の  
優れた校正戦略のための費用対効果計算  
半導体企業向け

——  
ホワイト・ペーパー



## はじめに

ほとんどの半導体企業は、試験・計測機器を校正するためのラボを社内を持っています。トルク・レンチ、ダイヤル・ゲージ、ノギスなど、数が多い場合の校正では非常に有効です。しかし、より高度なベンチトップ・テスト機器を校正する場合は、投資対効果 (ROI) を計算し、投資の価値を判断することが重要になります。ROIの算出には、コスト、納期、設備費、ラインのダウンタイム、スタッフの配置など、すべての投資要因を考慮する必要があります。このホワイト・ペーパーでは、検討すべき要素とその理由を理解し、校正プログラムの初期費用対効果計算を行う際のヒントを示します。

## 校正要件の理解

プログラムのROIを計算する際に最初に考慮すべきことは、企業の品質方針で定義された、認証団体からの仕様と要件を理解することです。これは、企業やサイトによって異なる場合があります。IATF16949、AS9100D、ISO9001、またはMIL-PRF-38535に準拠する場合、組織の校正プログラムに対して、より厳しい要件が求められます。



半導体企業、特に製造現場では、数多くのベンチトップ・タイプの試験装置、計測器を使用しており、ISO 17025、IATF 16949といった最高水準の認証を受けて校正する必要があります。社内で校正プログラムを正しく運用するためには、これらの厳しい仕様は時間、費用、人数と直接関係します。

製造工程でデータの特性評価、不良解析、信頼性試験などで使用される機器では、この機器の校正のわずかな不確かさであっても、1年、5年、10年のスパンで見た場合、非常に大きな無駄になる場合があります。

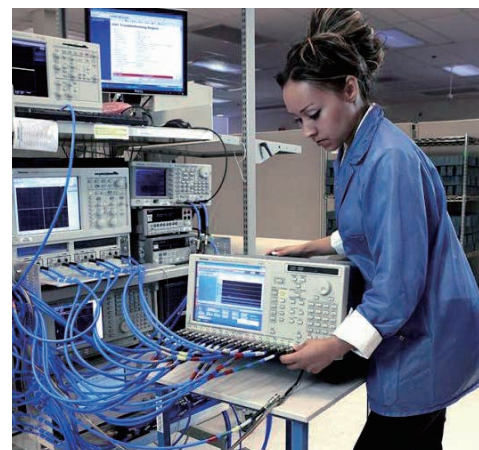
## 校正戦略の費用対効果計算で考慮する点

### 社内校正ラボのコスト

社内校正ラボの最も大きな利点は短時間の納期であり、ラボの許容範囲、能力においてコスト削減につながります。このターンアラウンド・タイムは、ラボの技術者が校正のみに専念し、複数のプロジェクトに仕事を振り分ける必要がない場合に説得力を持ちます。

認定校正の場合、経験豊富な技術者が必要であり、既存の従業員を訓練するよりも高いコストがかかるという問題があります。独立した社内校正ラボの効果は、スタッフの配置、作業量、校正の複雑さによって、徐々に低下していきます。例えば、トルク・レンチの認証に専任する社員が1人いる場合、1日8本、1週間で40本、1年で約2,000本を処理できます。これにより、校正の外注費を10万ドル近く削減できる可能性があります。しかし、校正技術者の平均給与(6万ドル) + トルク校正標準器とロード・セル(1万ドル) + 年次再認証(2千ドル)を考えると、10万ドルのコスト削減の可能性が、約2万8千ドルになってしまいます。この概算では、技術者が1年のうち52週間、週5日、1日8時間、休暇も休日もなく働き続けることになります。この例から、見逃しがちなコストや考慮すべき事項があることがわかりますが、このモデルは機器のダウンタイムをほとんど伴わずにコスト削減につながります。

しかし、このようなシナリオは、半導体業界で使用される高度なベンチトップ・タイプのテスト・計測機器では非常に考えにくいものです。社内の校正ラボは本来、ノギスやトルク・レンチなどの物理的な寸法計測の校正、あるいはローエンドのオシロスコープの校正に適しています。オシロスコープ、RFスペクトラム・アナライザ、デジタル・マルチメータ、電源などの電子計測器、その他の重要な機器の場合、必要な校正装置の資本コストだけでも1サイトあたり50万ドル以上かかり、特別な認定技術者が必要となり、企業の品質方針と認証機関の要求を満たすための品質システムの実装／維持が必要となる場合があります。施設のスペース、認証コスト、プロセスの文書化、品質管理などのコストも加味されることがあります。このようなことから、校正戦略の費用対効果をしっかりと計算することが重要になります。



オシロスコープの場合、トルク・レンチと同じ仮定で考えると、例えば1日に3台のオシロスコープを校正するには、専門の技術者が必要になります。これは年間およそ780台のオシロスコープに相当し、11万ドル相当の校正サービスを受けることになります。必要な参照規格は5万ドルほどかかります。校正技術者の給与6万ドルと毎年の再認証費用2,000ドルを考えると、運用コストの見積は11万2,000ドルとなり、運用コストの純損失となります。

品質に関しては、テストの専門知識と測定の不確かさの評価があります。オシロスコープは、トルク・レンチよりも確度が要求される用途で使用されるため、コストを考えた場合、ISO/IEC 17025の認証を受けた、実績のある第三者機関に校正サービスをアウトソーシングすることでコスト削減が可能になる事例と言えます。

### 社内ラボにおける時間の考察

半導体企業にとって「時は金なり」であり、費用対効果を計算する上で重要な要素です。機器の複雑さにより、ターンアラウンド・タイムは異なる場合があります。トルク・レンチの場合、納期が非常に短いため、社内の校正ラボには最適です。ハイエンド機器では、バックログが数週間から数ヶ月に及ぶこともあります。研究開発や生産現場で使用される場合、製品導入の遅れや生産ラインのダウンなど、いずれも大きなコストが発生します。例えば、テクトロニクスの6シリーズMSO（ミックスド・シグナル・オシロスコープ）を使用する、暗号特性評価ステーションでジッタ、位相ノイズを測定する場合、データの収集に何週間もかかることがあります。そのオシロスコープで最大限の稼働時間と有用性を確保する以上に、校正精度に高い信頼性を持たせることが不可欠です。このように速いペースで進む環境では、収益を最大化するために、製品ラインをスケジュール通りに稼働させ、製品をいち早く市場に投入することが非常に重要になります。

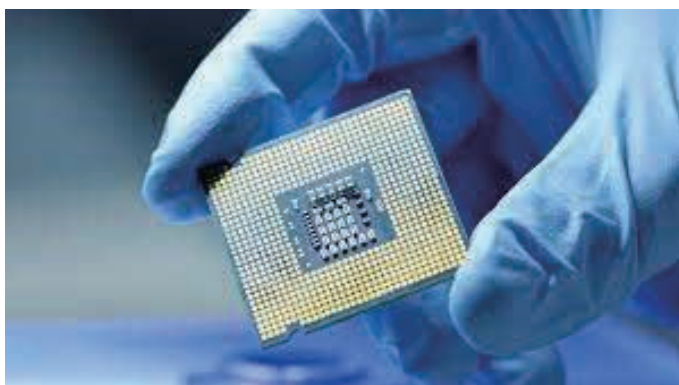
最後に、校正管理という形で、追加の時間コストがラボにかかることがあります。何千台もの機器の校正を管理することは、校正期限の把握、証明書やサービスの履歴ログ、その他の重要な詳細情報への迅速なアクセスのための設定など、多くの点で困難が伴います。校正スケジュールを管理するための社内ソフトウェア・システムを構築するだけでも投資のコストがかかります。

### 社内校正ラボのコスト比較

機器の種類別における、社内校正ラボの基本的な費用対効果の一例を以下に示します。技術者の福利厚生、設備費、バッテリーなどの消耗品などの負担コストは含んでいません。

コスト・センター	トルク・レンチ	オシロスコープ
社内校正によるコスト削減	\$100,000	\$110,000
技術者の年俸	(\$60,000)	(\$60,000)
準拠する規格に対応した機器	(\$10,000)	(\$50,000)
設備再認証の年間コスト	(\$2,000)	(\$2,000)
利益または損失	\$28,000	(\$2,000)





テクトロニクスのお客様である、ある大手半導体メーカーは、組み込み型オンサイト・パートナーとしてテクトロニクスを利用することで、社内ラボの能力を強化し、ターンアラウンド・タイムを15日から2.65日に短縮しました。

## 校正プログラムの時間とコストの費用対効果を改善するための戦略

### 複雑な機器に対する校正強化の検討

前ページの例は、2つの対極的な試験装置の校正費用を示しました。トルク・レンチは、半導体の製造工程には大きく影響しないローエンドの機器です。この標準的な機器の校正は、参入のハードルがかなり低く、社内ですることによって大幅なコスト削減が見込めます。一方、製品ラインの信頼性や成果、ブローバヤテスト、技術開発に直接影響する装置もあります。ダウンタイム、不確かさによる製品リコールの可能性があるため、この機器の品質をROIの計算に加える必要があります。企業には、ROIを最大化するチャンスがあります。社内の校正ラボを維持しつつ、外部の認証校正サービス・プロバイダーを採用するのはどうでしょうか。影響の少ない機器であれば、数が多い場合でも少ないリスクで大きなコスト削減につながります。外部の認証ラボと組み合わせてハイエンド機器を校正することで、品質保証の要件を満たしつつ、時間、コスト、生産稼働時間が改善するようなROI計算を行うことができます。

### 品質について

半導体企業は、ISO 9001、ISO 17025、IATF 16949など、複数の監査に合格する必要があります。監査の不合格における最も一般的な原因の一つが校正の不適合であり、これを是正するためにはさらなる時間とコストがかかります。ROIを計算することで、監査とトレーニングのコスト、従業員のトレーニングと認証、品質監査のための基本機器およびハイエンド機器の校正コストの投資の妥当性を理解することができます。

同様に、外部の校正業者を利用する場合は、その品質を理解し、それをROIと関連付けるようにします。その外部校正業者は、会社の監査要件に合った校正を行っているか、あるいは再作業が必要で、追加の時間とコストがかかるのか。業界の認証機関であるA2LAに認定された技術者がいるのか。それとも、規格の最新知識とギャップがあるかもしれない「自己認証」なのか。

最後に、最先端のベンチトップ機器については、単一ベンダの可能性として、テスト・計測機器のOEMを検討するのはいかがでしょうか。OEMは通常、最も厳しい業界規格とコンプライアンスに適合し、この複雑な機器のための最も優れた自動テスト・セットを持っています。



### 目に見えないベンダのコスト

アウトソーシングに関する費用対効果計算では、はっきりしない追加料金やコストを確認することが重要です。このコストには、訪問プレミアム料金、配送料、OSS(アウトサイド・サービス・ソリューション)料金、集配料などが含まれます。業者を評価する場合は、価格見積もりを徹底的に比較し、透明性を確かめる必要があります。

### 校正業者の取りまとめを考える

半導体企業は、品質を確保するために、ベンチトップ試験装置、測定機器を元のOEMに送り、高品質の校正サービスを受けたいと考えるかもしれません。品質面では良い戦略ですが、人件費、納期、配送費などを考えた場合、結果的に不利なコストになる可能性があります。生産に欠かせない機器については、あらゆるブランドの機器において、文書化され、認証を受け、OEM品質の校正を提供する、単一の業者の利用を検討するのはいかがでしょうか。監査に合格する品質を確かめるため、例えば、10台のハイエンド機器の校正をベンダに試しに依頼することで、長期契約を結ぶ前に品質を検証できます。

### 校正サービスの費用対効果計算方法

費用対効果計算は、ビジネスにとって最も賢明な校正戦略を特定するための、難しいですがやりがいのある作業です。簡単に実行するため、テクトロニクス社の校正ROI Calculatorにアクセスしてください。このインタラクティブなExcel表計算は、費用対効果ROIを計算するための、以下に示すコストを検討するのに役立ちます。

1. 時間
2. 金額
3. スタッフ
4. 校正機器
5. 設備
6. アクセサリ、消耗品
7. ソフトウェア
8. 文書
9. 機器のリコール
10. 作業負荷のオーバーフロー

ROI CALCULATOR		Tektronix			
IN-HOUSE CALIBRATION OSCILLOSCOPES	Year 1	Year 2	Year 3	Total	
	2022	2023	2024		
Time Saved - ToT	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 15,000.00	
<b>SUBTOTAL COST SAVINGS / INCOME</b>	<b>\$ 81,000.00</b>	<b>\$ 81,000.00</b>	<b>\$ 81,000.00</b>	<b>\$ 243,000.00</b>	
<b>IMPLEMENTATION COSTS</b>					
Software	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 12,000.00	
Additional Licenses	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	
Reference Standards	\$ 75,000.00	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 83,000.00	
Labor Costs	\$ 60,000.00	\$ 60,000.00	\$ 60,000.00	\$ 120,000.00	
<b>SUBTOTAL IMPLEMENTATION COSTS</b>	<b>\$ 146,000.00</b>	<b>\$ 75,000.00</b>	<b>\$ 75,000.00</b>	<b>\$ 225,000.00</b>	
<b>OTHER RECURRING COSTS</b>					
Annual Maintenance	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00	
Facility Costs	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00	
Overflow External Calibrations	\$ 70,000.00	\$ 70,000.00	\$ 70,000.00	\$ 140,000.00	
<b>SUBTOTAL ONGOING COSTS</b>	<b>\$ 82,000.00</b>	<b>\$ 82,000.00</b>	<b>\$ 82,000.00</b>	<b>\$ 164,000.00</b>	
<b>SUBTOTAL EXPENDITURES</b>	<b>\$ 228,000.00</b>	<b>\$ 157,000.00</b>	<b>\$ 157,000.00</b>	<b>\$ 324,000.00</b>	
<b>RESULTS SUMMARY</b>					
Total Project Cost Savings	\$ 243,000.00				
Total Project Expenditures	\$ 324,000.00				
Net Project Savings	\$ (81,000.00)				
ROI (after 3 years)	75.00%				

このツールを使用し、変数を入力することで、どこが非効率のかすばやく理解でき、節約のための戦略を特定することができます。このROIの計算と、組織が想定している問題点を組み合わせることで、意思決定において、データに基づいた指針を得ることができます。

## まとめ

この意思決定プロセスの最終段階は、試験・計測プログラムに投資する時間、費用、労力の量になります。コストを優先する場合、時間を優先する場合、すべてのベクトルを考慮することが重要です。非効率な部分を理解し、迅速かつ容易に対処できるポイントを特定します。そこで、投資対効果を深く掘り下げ、包括的でコンプライアンスに則った試験・計測プログラムに伴う、真の関連コストを十分に理解することが必要になります。

## 著者のプロフィール

### ALEKZANDER ARZDORF、校正ラボ・スーパーバイザ

Arzdorf氏は最近、ジョージア州ダルースにあるテクトロニクスの校正ラボのラボ・スーパーバイザとしてテクトロニクスに入社し、グローバル校正サービス・チームの半導体サブジェクト・マター・エキスパートも務めています。以前は、半導体企業のMicrochip Technology社で品質/信頼性担当のシニア・マネージャを務め、4年間で装置のダウンタイムを3%未満に抑え、年間100万ドル近くの校正プログラム・コスト削減を達成しました。Arzdorf氏は、米国陸軍で3回派遣された後、計測技術に従事し、TMDEプログラムとマスタ・コースの両方を特別栄誉卒業生として卒業しました。

テクトロニクスは、75年以上にわたり、航空宇宙/防衛、半導体、自動車、医療、通信など、世界最大の基幹メーカーにサービスを提供してきた、認証校正サービスのリーディング・カンパニーです。テクトロニクスは、戦略的パートナーとして、9,000社以上の製造業者による、140,000種類の電子試験/計測機器について、認定校正および適合校正を達成するための、時間とコストを節約するためのオーダーメイドのソリューションを提供しています。テクトロニクスは、ISO/IEC 17025の180の認証評価パラメータにより優れた品質を提供しており、全世界で100ヶ所以上、1,100人以上の熟練技術エンジニアによるサービス・ネットワークを構築しています。

### お問い合わせ先：

オーストラリア 1 800 709 465  
 オーストリア 00800 2255 4835  
 バルカン諸国、イスラエル、南アフリカ、その他ISE諸国 +41 52 675 3777  
 ベルギー 00800 2255 4835  
 ブラジル +55 (11) 3759 7627  
 カナダ 1 800 833 9200  
 中央/東ヨーロッパ、バルト海諸国 +41 52 675 3777  
 中央ヨーロッパ/ギリシャ +41 52 675 3777  
 デンマーク +45 80 88 1401  
 フィンランド +41 52 675 3777  
 フランス 00800 2255 4835  
 ドイツ 00800 2255 4835  
 香港 400 820 5835  
 インド 000 800 650 1835  
 インドネシア 007 803 601 5249  
 イタリア 00800 2255 4835  
 日本 0120 741 046  
 ルクセンブルク +41 52 675 3777  
 マレーシア 1 800 22 55835  
 メキシコ、中央/南アメリカ、カリブ海諸国 52 (55) 56 04 50 90  
 中東、アジア、北アフリカ +41 52 675 3777  
 オランダ 00800 2255 4835  
 ニュージーランド 0800 800 238  
 ノルウェー 800 16098  
 中国 400 820 5835  
 フィリピン 1 800 1601 0077  
 ポーランド +41 52 675 3777  
 ポルトガル 80 08 12370  
 韓国 +82 2 6917 5000  
 ロシア +7 (495) 6647564  
 シンガポール 800 6011 473  
 南アフリカ +41 52 675 3777  
 スペイン 00800 2255 4835  
 スウェーデン 00800 2255 4835  
 スイス 00800 2255 4835  
 台湾 886 (2) 2656 6688  
 タイ 1 800 011 931  
 イギリス、アイルランド 00800 2255 4835  
 アメリカ 1 800 833 9200  
 ベトナム 12060128  
 2017年4月現在



[www.tek.com/ja](http://www.tek.com/ja)

## テクトロニクス/ケースレイインストルメンツ

各種お問い合わせ先：<https://www.tek.com/ja/contact-tek>

技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡、修理・校正依頼  
 〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階

記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

Copyright © 2022, Tektronix. All rights reserved. TEKTRONIX およびTEKはTektronix, Inc.の登録商標です。記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

2022年6月 49Z-73889-0