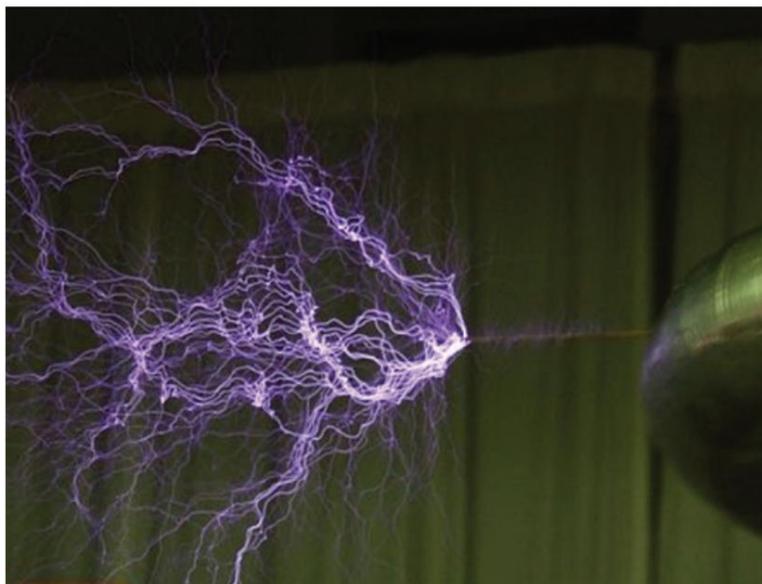


# 高電圧試験装置を安全に操作する方法 測定機器

Vitrek社の先進的な4700高電圧計とスマートプローブは、従来の高電圧システムの校正方法に代わる選択肢を提供します。



## 導入

高電圧の試験・測定機器を扱う際、電気技師や試験技術者は、安全な作業環境を維持しながら、可能な限り高精度な測定値を得るよう努めます。通常、高電圧分圧器などの外部プローブを使用しますが、これらの機器には欠点があり、誤差が生じやすいという問題があります。

このホワイトペーパーでは、高電圧システムの校正における代替アプローチについて説明します。この先進的なソリューションは、最大10kVまでの直接測定が可能なVitrek社製4700高電圧計と、測定範囲を最大150kVまで拡張するSmartProbeで構成されています。また、本ホワイトペーパーでは、計器とプローブの安全に関する考慮事項、および高電圧機器を安全に操作するための一般的なガイダンスも提供します。

## 高電圧アプリケーション

高電圧アプリケーションはあらゆる場所に存在します。ハイテク、医療、自動車、工業製造、航空宇宙、研究機関、政府機関のセキュリティなど、数多くの産業分野に及んでいます。これらのアプリケーションで使用される高電圧システムには、以下のようなものがあります。

- 開閉装置・絶縁体
- 計器用変圧器

- 無効電力機器・変圧器
- リレーパネル

- スイッチ
- 制御機器

## 高電圧試験・測定機器

設計、製造、または校正ラボにおいて高電圧システムを測定することは、さまざまな国際的な信頼性および安全規格、ならびにメーカーの保証要件を満たすために不可欠です。この校正に使用される高電圧試験および測定機器には、以下が含まれます。

- メートル
- RFパワーアンプ・電源装置
- 耐電圧試験器・信号源
- 分圧回路
- オシロスコープ

## 従来のアプローチ :分圧器

高電圧を測定するためによく用いられる外部プローブとして、分圧器があります。これは、同一の精密抵抗器を複数組み合わせたものです。例えば、100:1の分圧器（図1）を使用すれば、最大入力電圧が1kVの測定器で、最大100kVの印加電圧を測定できます。

分圧回路の多数の精密にマッチングされた抵抗器は、（理論的には）自己発熱や抵抗ストリングに均一に影響を与えるその他の要因による誤差を排除します。ファッション。とはいえ、エラーや不確実性につながる要因は依然として数多く存在する。

- 抵抗器ごとの抵抗値のばらつき
- 温度係数の変動（ただし、わずか）
- 電磁効果
- 静電容量効果
- メーターの入力インピーダンスにばらつきがあるため、メーターの校正が必要となります。



図1. 典型的な分圧回路の例。

## 分圧回路 :精度に関する懸念

分圧回路は、自己発熱、静電容量など、多くの誤差発生要因の影響を受けやすい。交流測定への影響および電磁気効果。

電圧分圧器をメーターで校正する際には、不確かさの原因を特定する必要がある。あるメーカーの資料には次のように記載されている。

高インピーダンス、低入力容量タイプの最高精度を実現するには、誘導電流を考慮する必要があります。リード線における電圧ピックアップ、接触電位、コロナ放電、実効容量、電圧勾配および容量高電圧源、接地面、壁、筐体、負荷との近接性に関連した変化。

できれば、ディバイダーは使用する特定の機器と特定の近接度で校正する必要があります。極めて高い精度が求められます。特に交流精度においては、適切な接地平面を確保し、静電容量の変動やコロナ放電を引き起こす可能性のある導電性材料から最大限の距離を保つことで、最高の精度が得られます。利用可能な場合は、校正時にユーザーの近接寸法がシミュレーションされます。

## 高電圧試験装置を安全に取り扱う

## 代替ソリューション :Vitrek 4700高電圧計とスマートプローブ

Vitrekの4700高電圧計 (図2)は、従来の高電圧基準分圧器に匹敵する性能を提供しますが、分圧器を使用するのとは異なり、4700は持ち運びやすく、コンパクトで堅牢な卓上筐体で、瞬時に直接高電圧測定を実現します。Vitrekの4700は、外部プローブを使用せずに、最大10kV (10mkV DCまたは実効値AC)までの電圧を正確に直接測定します。

4700は高電圧仕様を満たすことができます。

- 基本精度: 0.03% DC、0.1% 真の RMS、制限と加算器を含む (範囲加算器は不要): 最大電圧 :10 kVDC、10 kVACRMS
- インピーダンス :110MΩ
- 範囲 :なし
- ノイズフロア :30mV
- 周波数特性 :0.01 Hz~600 Hz
- オフセット :最大800V
- 2つの外部プローブを使用した場合の差動測定

高電圧測定を10kVを超えて35kV、70kV、100kV、そして最大150kVまで拡張するには、4700高電圧計にVitrek SmartProbes (図3)を追加できます。

メーターで校正する必要がある分圧器とは異なり、各スマートプローブは独自の校正データを保存します。4700高電圧計に接続するとダウンロードされます。これにより、非常に正確で校正済みの測定値が得られ、どのSmartProbeでもどの4700でも使用できるようになります。



図2. Vitrek 4700高電圧計



図3.取り外し可能なプローブ先端を備えた3つのVitrek SmartProbes™

## 高電圧計測機器 - 精度と安全性に関する考慮事項

高電圧測定は、近くにある静電容量を持つ物体、水、塵、化学物質などの環境要因によって誤差が生じやすい。高電圧では、電磁気効果も考慮する必要がある。測定装置のそばを通り過ぎるだけでも誤差が生じる可能性がある。その他の誤差要因は以下のとおりである。

- 経年変化 :1年間の校正サイクル • 静電容量 : 近くの物体、動く物体 • 湿度
- 温度によるドリフト :calの温度から±5°C
- コロナ効果 :エネルギーを漏らす紫色の光

## 高電圧計測機器 - 精度と安全性に関する考慮事項

## 4700 高電圧計に関する考慮事項

Vitrek 4700高精度高電圧計の取扱説明書には、管理された環境で作業することの重要性についての記述があります。

- 4700は、導電性汚染が発生する可能性のある環境（例：屋外）では使用しないでください。環境）。
  - 液体またはその他の導電性物質が、電源が入っていない状態でもユニットの筐体内に侵入した場合は、安全性が損なわれる可能性があります。そのため、直ちにユニットの運転を停止し、点検を受ける必要があります。• ユニットが異なる環境間で輸送され、結露が疑われる場合は、ユニットを別の環境に移設し、結露が発生しないようにする必要があります。結露が消散するのに十分な時間、電源を切る。
- 交流電圧が存在する場合、接続部に十分な絶縁が施されていても、大きな容量結合が発生し、近くの物体に危険な電流が流れる可能性があります。また、絶縁体の外側でもコロナ放電が発生する場合があります。これらの影響は、鋭角な箇所が悪化します。深刻な場合、コロナ放電は4700の測定に干渉し、時間の経過とともに配線絶縁の性能を低下させ、最終的には絶縁破壊につながる可能性があります。

## SmartProbeに関する考慮事項

4700高電圧計の高電圧測定範囲は、1つまたは2つの（差動）を使用することで拡張できます。

SmartProbe。ユーザーは必要に応じて、1つまたは複数のSmartProbe（35kV、70kV、100kV、150kV）を接続するだけで使用できます。

各スマートプローブには独自の校正係数が備わっており、互換性のあるメーターに接続できます。電圧が高くなると半径も大きくなり、150kVスマートプローブの場合は円筒の半径が48インチになります。電圧を印加する前に、プローブがメーターに接続されていることを必ず確認してください。

他のプローブと同様に、スマートプローブの設置場所に関する規則も厳守する必要があります。ここでも、Vitrek 4700 オペレーターズマニュアルには安全に関するガイダンスが記載されています。マニュアルでは、35 kV スマートプローブの設置場所について、以下の指示が示されています。

完全な精度仕様は、プローブ本体を中心とする半径18インチの円筒内に物体が存在しないことを前提として有効です。この円筒は、ハンドル（またはベース）からプローブ先端から6インチ先まで伸びています。プローブ先端への接続部は、プローブ先端からプローブと一直線上に少なくとも6インチ伸びていると想定されます。

通常、手のひらサイズの接地された物体がプローブから4インチ離れた場所に置かれた場合、60Hzでは0.01%未満、400Hzでは18インチ離れた場所に置かれた場合0.1%未満の影響があります。物体がプローブに対して相対的に動かない限り、近くの物体による直流測定値への影響はごくわずかです。電界を発生させる物体は、これらの数値よりもプローブからさらに離れた場所に置く必要がある場合があります。

## ハンドヘルドプローブに関する考慮事項

ほとんどの高電圧計は、ハンドヘルドプローブを使用して最大1kVまでの直接測定が可能です。（前述のとおり、Vitrek 4700のような高度な計器は最大10kVまで測定できます。）危険性を考慮すると、この種のハンドヘルドプローブの使用には重大な警告が伴います。例えば、Vitrek 4700の取扱説明書には次のような警告が記載されています。

## 高電圧試験装置を安全に取り扱う

## 高電圧計測機器 - 精度と安全性に関する考慮事項

## 携帯型プローブに関する考慮事項（続き）

警告 - このメーターは直接端子で最大 10kVrms の電圧を測定します。これらの電圧は重傷または死亡を引き起こす可能性があります。ユーザーは、これらの接続が十分な絶縁性を備えていることを確認する必要があります。これらの電圧。十分な絶縁が施されている場合でも、使用者は身体の一部も高電圧がかかっている間は、接続部から一定の距離を保つこと（1kVあたり少なくとも1インチの距離を推奨）。

高電圧がかかっているときは、4700への接続を抜き差ししないでください。

警告 - プローブがメーターに正しく接続されていない状態で、高電圧を印加しないでください。

## 高電圧機器を安全に取り扱う方法

高電圧の試験・測定機器を扱う際の主な目的は、心臓や脳を通過する可能性のある電流を避けることです。IEC 61010規格によれば、30Vを超える電圧は危険です。

高電圧機器の校正を行う際は、図4に示すような柵で囲まれた作業エリアなど、安全柵を設置することをお勧めします。これは、容量結合によってわずか3〜4フィートの距離でもアーク放電が発生する可能性があるため、重要な安全対策です。離れて。

さらに、以下の手順に従ってください。

- すべての機器に適切な接地を確立する。
- 高電圧エリアの周囲に十分な空間を確保してください。  
意図しないフラッシュオーバーを避けるため
- 訓練を受けていない人が立ち入るのを防ぐため、障壁や表示を使用する。  
潜在的な事故を避ける
- 電圧が安全なレベルまで放電されていることを確認してください。  
身体的な調整を行う
- すべてのメーカーの評価と推奨事項を遵守する



図4.高電圧機器の試験を行うための、フェンスで囲まれた作業区域の例。

## ワークステーションと筐体

テストエンジニアがワークステーションをセットアップする際は、足または手のどちらかにリモートスタートスイッチを使用するのが最適です。

例えば、インターロックに接続された2つのパームスイッチを使用して、両手を通電中の回路から遠ざけることができます（図5）。また、以下の点にも注意する必要があります。

- 地面にゴムマットを敷き、作業台にもゴムマットを敷く。  
ベンチ
- 通電中の回路の近くにいる場合は、片手をポケットに入れてください。  
またはあなたの背後で
- 導電性のある装飾品はすべて外してください。
- 安全標識を設置する



図5.高電圧試験用に安全なワークステーションを設置した例。

## 高電圧試験装置を安全に取り扱う

## 高電圧機器を安全に取り扱う方法

高電圧機器を扱う際には、試験担当者は安全エンクロージャ（図6）を使用することを強く推奨します。エンクロージャは接地されているため、安全性が確保されます。エンクロージャを使用する際は、試験担当者は以下の点に留意する必要があります。

- 可能な場合は、連動式試験治具を使用する
- 被試験デバイス（DUT）を筐体内に入れる
- 常に囲いの外にいてください
- 定期的に筐体の接地をテストし、テスターから筐体へ伸びる高電圧配線を点検する。
- オプションで高電圧警告灯を使用する

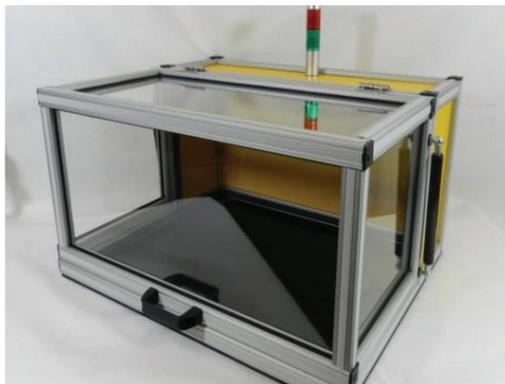


図6. 高電圧試験用筐体の例

## 結論

試験・計測機器を用いた高電圧測定を行う際には、正確な測定と機器周辺の人々の安全確保の両方を考慮する必要があります。従来の分圧器を使用する場合と比較して、Vitrek社の4700高電圧計とスマートプローブを使用することで、試験担当者は安全性と精度を向上させることができます。



ISO 17025  
Accredited  
Calibration Lab



Electrical Safety & Test Equipment

Proudly  
Made in  
USA



Providing Innovative Solutions for High Voltage Test & Measurement for 25+ Years

## 4700 Series High Voltage Meter

Vitrek's 4700 Series high voltage meter offers the highest level of measurement accuracy. It's color touch screen is easy-to-use for set up and display of testing results. Vitrek leverages DSP technology to provide outstanding AC & DC high voltage measurement accuracy, stability, repeatability and resolution. The 4700 offers instant, direct, high voltage measurements in a highly portable, compact and rugged bench top enclosure.



- Measures up to 10 KV right out of the box!
- Expanded measurement options measure up to 140 KV with Smart Probes.
- Chart Mode provides graphic documentation of HV drive ramp time, overshoot and sag.
- Every unit includes an ISO 17025 Calibration Certificate.

Request a FREE Product Demonstration Today!  
(858) 689-2755 • info@vitrek.com • www.Vitrek.com