

大電流のI-V特性評価に 2420/2440 SMUから2460/2461 SMUへの 切り替えをお勧めする5つの理由

TECHNICAL BRIEF



KEITHLEY
A Tektronix Company

Tektronix[®]

はじめに

ケースレーのソースメータ®測定器またはソース・メジャー・ユニット (SMU) に馴染みのない方は、SMUは、精密な電圧および電流の印加と測定機能を備えた測定器です。

SMUは、精密な電圧および電流の印加と測定機能を備えた装置です。ソースメータSMUは、非常に安定したDC電源であると同時に、6½桁のマルチメータとしての機能を備えています。電源は低ノイズ、高精度、リードバックなどの特性を持ち、マルチメータは高い再現性と低ノイズの電流・電圧測定を実現しています。その結果、コンパクトな1チャンネルのDCパラメトリック・テスターが完成しました。これらの機器は、電圧源、電流源、電圧計、電流計、抵抗計として機能します。SMUは4象限の動作が可能です。第1および第3象限では、負荷に電力を供給するソースとして動作します。第2、第4象限では、内部で電力を消費するシンクとして動作します。電圧、電流、抵抗の測定は、ソースまたはシンク動作中に行うことができます。

SMUは、信号源と測定回路を1つのユニットにまとめることで、信号源と測定器を別々に構成したシステムと比較して、さまざまなメリットがあります。例えば、テストステーションの開発、セットアップ、メンテナンスに必要な時間を最小限に抑え、システムの総所有コストを低減することができます。また、複数の機器を使用する際に生じる複雑な同期や接続の問題を解消し、テストプロセス自体を簡素化することができます。また、ハーフラックサイズのコンパクトさは、テストラックやベンチ内の貴重なスペースを有効に活用できます。

Tektronix/Keithleyは、お客様のアプリケーション要件に合わせて様々なSMUを提供しています。ケースレーの3アンペアまたは5アンペアのSMUの購入を検討されている場合、2420 60 V, 3 A, 60 W ソースメータ装置や2440 40 V, 5 A, 50 W ソースメータ装置など、ケースレーの3アンペアまたは5アンペアのSMUの購入を検討している場合、この記事では、新しい2460または2461ソースメータ装置を検討すべき理由を説明し、賢い購入決定ができるようにします。

2420および2440ソースメータ-SMU

ケースレー2420および2440大電流ソースメータSMUは、大電流半導体デバイスやパワー-MOSFET、高輝度LEDなどのコンポーネントの電流-電圧 (I-V) 特性評価を行うための業界で人気の高い装置です。大電流半導体デバイス、パワー-MOSFET、レーザ・ダイオード、高輝度LED、パワー・マネージメント・デバイス、回路保護デバイスなどのコンポーネントの電流-電圧 (I-V) 特性評価を行うことができます。2420と2440は、新素材や新デバイスが開発されている最先端の研究開発用途にも使われています。2420と2440は、それぞれ20Vで最大3A、10Vで最大5Aの電源を供給することができ、フロントパネルから直接I-Vスイープを作成することができるユニークな機器です。

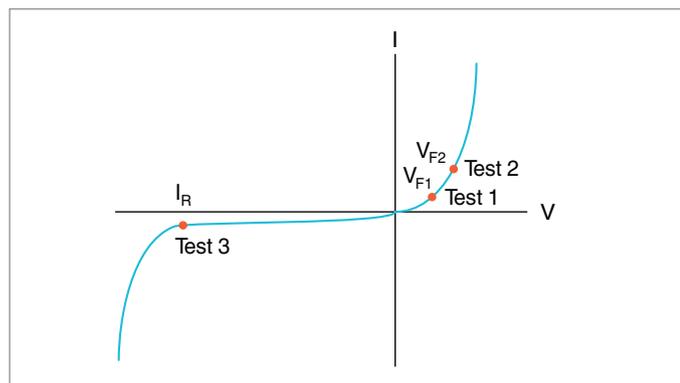


図1. ケースレーの2420および2440大電流ソースメータSMU

「2420」と「2440」では、自動化フックを使ったテストを大幅に高速化するために、「線形階段」「対数階段」「カスタム・スイープ」など、数多くのスイープ・タイプを作成することができます。これらのスイープタイプは、シングルイベントまたは連続動作のためにプログラムされます。これらはI/V、I/R、V/I、V/Rの特性評価に最適です。

2420と2440は、3つのスイープ・タイプに加えて、テスト・シーケンスを内蔵しており、これを「ソース・メモリー・リスト」と呼びます。ソース・メモリー・リストは、PCを介さずに最大100種類のテストを設定・実行することができ、テストの高速化と容易化を実現します。

ソースメモリーリストの各ポイントには、ソース設定、測定設定、合否判定基準を含めることができます。合否判定は、1ポイントあたり500μsという高速で実行できます。例えば、ダイオードのような単純なものをテストする場合、テストシーケンスの例は図2のようになります。



Test	Pass/Fail Test	If Passes Test	If Fails Test
Test 1	Check V_{F1} at 100 mA against pass/fail limits	Go to Test 2	1. Bin part to bad bin 2. Transmit data to computer while handler is placing new part 3. Return to Test 1
Test 2	Check V_{F2} at 1 A against pass/fail limits	Go to Test 3	
Test 3	Check leakage current at -500 V and test against pass/fail limits	1. Bin part to good bin 2. Transmit readings to computer while handler is placing new part 3. Return to Test 1	

図2: ダイオードテストシーケンスの例

2420と2440のSMUは、発売から20年経った今でも、世界中の研究室や製造現場で使用されています。

しかし、テスト&メジャメント (T&M) 業界は進化し続けており、新しいSMUがさらに20年間支配できるように、この業界の主力製品をレガシーにするような新機能の採用が求められています。また、T&M業界は、多くの部品の陳腐化の問題に直面しています。2420や2440のようなレガシー機器にも影響を与えています。彼らの人生は終わりを迎えようとしています。このことを考えると、おそらく皆さんが最初に思い浮かべるのは、「もしもケースレーが2420と2440を販売しなくなったら、どうすればいいのだろう？この素晴らしい機器をどうやって買い換えればいいだろう？ケースレーは2420や2440を買い換えるために何を提供してくれるのだろうか？」その答えはケースレーの新しい2460および2461大電流グラフィカルソースメータSMUです。

図3. ケースレー2460および2461大電流グラフィカル・ソースメータSMU。

ケースレー2460および2461大電流ソースメータ®SMUは、革新的な5インチのタッチスクリーン・グラフィカル・ユーザ・インターフェイス (GUI) を組み合わせて、テストを直感的に行い、学習曲線を最小限に抑えることで、エンジニアや科学者がより早く学び、よりスマートに作業し、より簡単に発明できるようにします。



図3. ケースレー2460および2461大電流グラフィカル・ソースメータSMU。

2460と2461には7AのDCソース電流と測定機能があり、2461には10A/1000Wのパルス電流機能と18ビット1MS/sのデュアルデジタイザーが搭載されています。この2つのSMUは、シリコンカーバイド (SiC) 窒化ガリウム (GaN)、DC-DCコンバータ、回路保護デバイス、太陽電池とパネル、高輝度LEDと照明システム、電気化学セルとバッテリーなど、ハイパワーの材料、デバイス、モジュールの特性評価とテストに最適です。しかし、2460と2461の能力は、ユーザーインターフェースをはるかに超えています。

前述の通り、2461は18ビット1MS/秒のデジタイザーをデュアルで搭載しています。1MS/秒、18ビットのデジタイザーを2つ内蔵することで、別の機器を使用することなく、電圧と電流の両方の波形を同時に取得することが可能になります。

この付加価値により、実際のデバイスの動作、波形、過渡現象などをキャプチャして表示することができます。デジタイジング機能は、標準の積分型A/Dコンバータと同じDC電圧および電流測定範囲を採用しています。また、電圧デジタイジング機能では、同じ直流電圧10GΩの入インピーダンス・レベルを採用し、被試験デバイス (DUT) への負荷を大幅に軽減しています。

2460と2461は、従来の2420と2440のSMUに代わる優れた製品であるだけでなく、非常に価値のある製品です。

より多くの価値を提供します。ここでは、2420および2440と比較して、2460および2461が提供するユニークな機能や価値についてご紹介いたします。

2460/2461が2420/2440を凌駕する理由。並べて比較してみると

2460/2461と2420/2440を並べてみると、2つのSMUはかなり違います (図4)



図4 : 2460/2461と2420/2440を並べてみました。

最初の違いは明らかでしょう。それは、フロントパネルの違いです。2420/2440では2行の蛍光表示管 (VFD) と31個の機能ボタンを採用しているのに対し、2460/2461では5インチのフルカラー高解像度静電容量式タッチパネルと10個のファンクションキーとボタンしかありません

もう一つの違いは、2460/2461に搭載されているコントロールノブです。2460/2461のコントロールノブは、ユーザーが画面に触れることなく、タッチスクリーンの操作やオプションの操作を行うのに役立ちます。さらに、2460/2461にはフロントパネルにUSBポートがあり、データの保存やスクリーンキャプチャが可能です。

理由1：使いやすさ

2460/2461が2420/2440に比べて大きなアドバンテージを持っているのは、操作性とユーザー・エクスペリエンスの分野にあります。2460/2461では、図5に示すようなフラットなアイコン型のメニュー構造を採用しており、後述するI-Vテストスイープの設定など、機器の設定を素早く行うことができます。アイコンを使ったメニューアプローチは、2420/2440で採用されていたメニュー構造よりもはるかに優れています。つまり、設定したい内容を見つけるのが難しく、設定が数階層に渡っている可能性があるのです。これは効率的ではなく、多くのユーザーから「フロントパネルからメニューを操作するのは難しい」との声が上がっています。

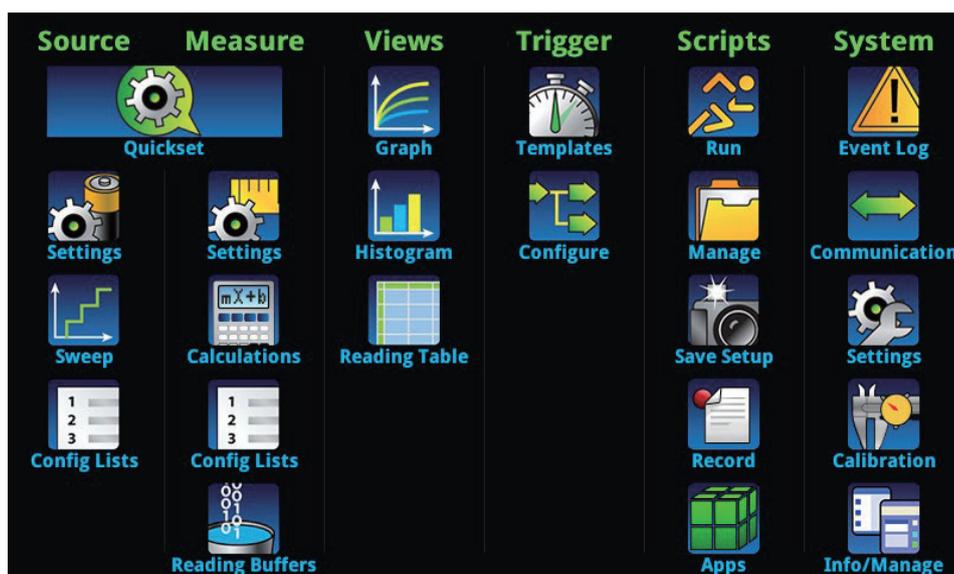


図5. フラットメニュー方式。

なぜ2460/2461ではアイコンメニュー方式を採用し、タッチスクリーンを採用したのか？なぜソフトキーによるメニューシステムを採用しないのか？タッチスクリーンは、「回答までの時間を短縮する」ための次のステップです。タッチスクリーンの「見て、触って、できる」という特性は、製品を楽しく使えるだけでなく、これまで製品を使うことをためらっていた人々にとって、より身近なものになりました。タッチスクリーンは、より早く、より直感的な学習をサポートし、セットアップ時間を短縮します。そして直感的な操作が可能のため、ユーザーは自分の行動に自信を持つことができ、ユーザーの学習曲線やトレーニングの必要性を大幅に削減し、精度や効率を向上させることができます。

2460/2461は、直感的に操作できるデザインであるため、どのようなレベルのテストでも、最初に触れただけでエキスパート・ユーザーになることができます。直感的に操作できるように設計されています。また、状況に応じたヘルプが用意されているため、ユーザーマニュアルを参照する必要はありません。フロントパネルから簡単にセットアップができるので

2460/2461は、測定までの時間を短縮し、テストの生産性を大幅に向上させます。測定器の設定に必要な手順が50%も削減されました。

このグラフィカル・インストルメント・インターフェイスのアプローチは、万人向けなのか、それとも初心者やあまり使わない人向けなのか、という疑問があるかもしれませんが。経験豊富な計測器ユーザーの中には、ボタンやキー、ノブの付いたフロントパネルに慣れていて、ボタンを押したりノブを回したりしたときの触覚的なフィードバックを必要としているため、タッチスクリーン技術の採用をためらう人もいます。ボタンやキー、ノブのあるフロント・パネルでの作業に慣れていて、ボタンを押したりノブを回したりすることで得られる触覚的なフィードバックが必要だからです。2460/2461では、物理的なボタンとタッチスクリーンのボタンには、押すと音声でフィードバックされ、ノブには回したり押したりしたときの触覚が組み込まれています。タッチスクリーンは、より大きく読みやすい数字とフォントで測定結果を表示し、測定内容の詳細を提供するほか、従来の1行または2行のVFDディスプレイでは提供できなかったグラフ表示機能も備えています。直感的で習得しやすいタッチスクリーン・インターフェイスは、トレーニング時間を大幅に短縮し、オペレーターの精度を高め、全体的な作業効率を向上させることで、所有コストの削減にもつながります。

理由2：スイープの構成

前述のように、2420/2440には、リニア、ログ、カスタム・スイープの3つのスイープ・タイプが用意されています。2420/2440でスイープを設定するには、図6に示すように、いくつかのメニューと押しボタンを選択する必要があります。スイープの構成は、フロント・パネルのCONFIGボタンを押して、スイープ構成メニュー・ツリーから様々な選択をすることから始まります。これには時間がかかり、間違いも起こりがちです。

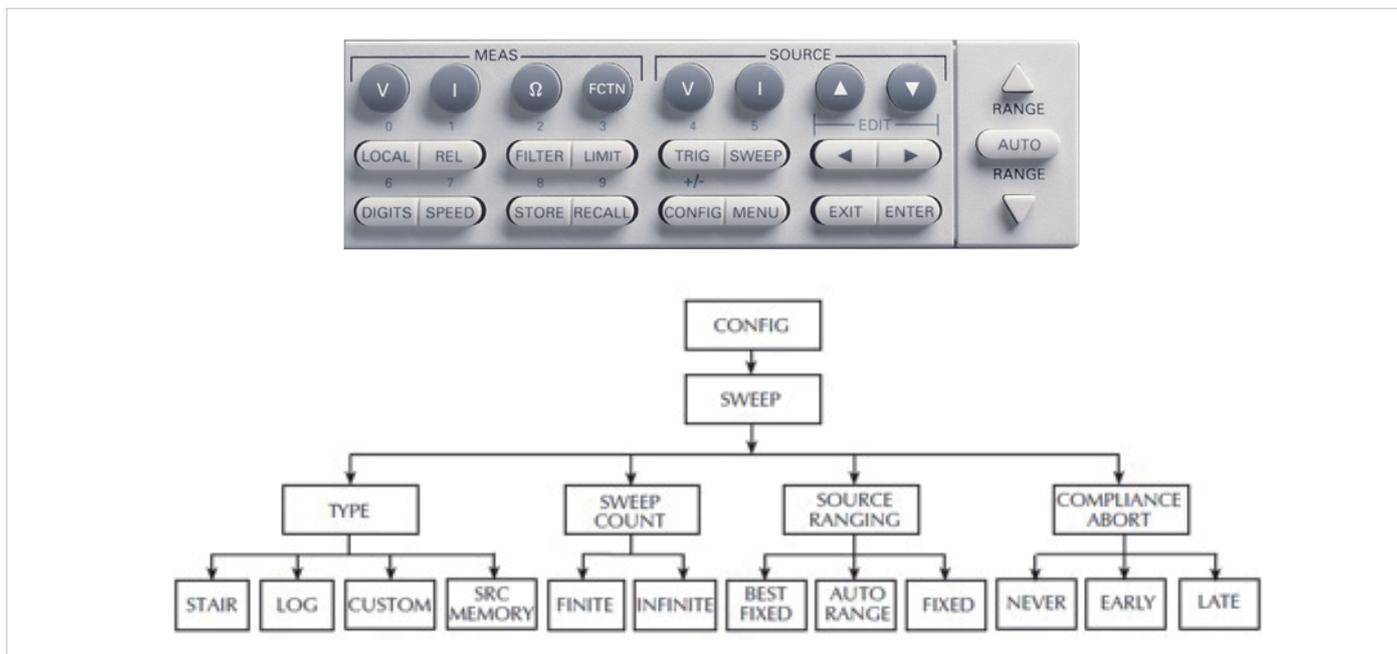


図6：スイープ設定メニューのツリーとフロントパネル。

2460/2461は、フロント・パネルまたはリモート・インターフェースから、リニア、ログ、デュアルリニア、デュアルログ、およびカスタム・スイープを実行することができます。スイープの設定は簡単です。フロントパネルからMENUキーを押します。次に、メニューのSource欄でSweepアイコンをタッチします。SWEEP SETTINGS "画面が表示されます。スイープを作成するために必要なものがすべて揃っています。画面はスワイプ可能で、すべてのオプションを見ることができます。これにより、2420/2440での煩雑なメニュー操作が不要となり、貴重な時間を節約できます。

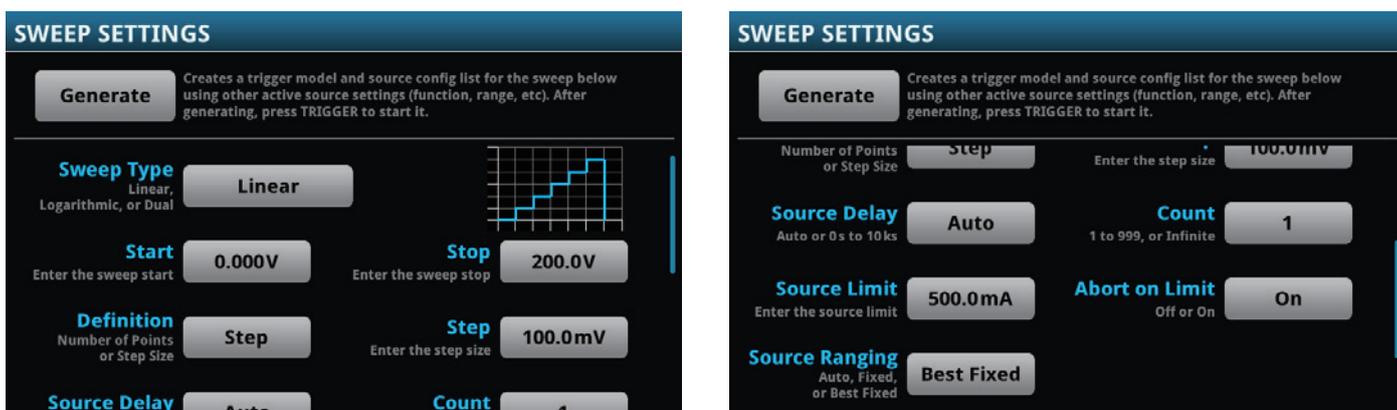


図7：Sweepの設定画面。画面を上下にスワイプすると、すべてのオプションが表示されます

スイープ生成すると、2460/2461はスイープのために選択した設定を含むソース・コンフィギュレーション・リストとトリガー・モデルを作成します。スイープを実行するには、TRIGGERキーを押します。

理由3：結果の表示

2420/2440は、図8に示すように、測定した電圧または電流を一次側に表示し、電流または電圧源の値とコンプライアンス値を二次側に表示する。スイープの結果を見たい場合は、メニューから結果を呼び出して、それぞれを個別に表示する必要があり、時間のかかる作業になります。他の選択肢としては、PC管理下でテスト結果をダウンロードしてPCに戻し、Excelで分析するしかありません。



図8：2420 SMUの表示内容

2460/2461では、ユーザーインターフェースが大きく異なります。2460/2461のホーム画面には3つの表示領域があります。（図9）。



図9：2460/2461タッチスクリーンディスプレイの内訳

画面上のボタンには、測定範囲や設定値などの設定内容が表示されます。測定器がオートレンジ・モードの場合、ディスプレイには測定器が動作しているレンジが表示され、レンジが変更されると更新されます。

タッチスクリーンのソース/セカンダリ情報セクションでのスワイプ機能により、分かりにくいメニュー構造を操作することなく、他の詳細な測定情報を素早く表示することができます。図10は、3つの典型的なスワイプビューを示しています。



図10：2460/2461の副次的な情報ラインにおける3つの様々なスワイプ画面の見方。

2460/2461のディスプレイが2420/2440に比べて優れている点の一つは、生データをすぐに情報に変換できることです。生データを変換し、半導体のI-Vカーブや波形などの有用な情報として即座に表示するフルグラフィック・プロットング・ウィンドウを備えています。さらに、データを表計算ソフトにエクスポートして解析することも可能で、研究、ベンチトップテスト、デバイス評価、デバッグなどの生産性を飛躍的に向上させることができます。



図11：データの表示、グラフ化、表計算ソフトへのエクスポート機能を備えているため、テスト結果を有用な情報に変換することができます。

グラフやヒストグラムのチャートは、ピンチ & ズームに対応しており、特定の部分をより深く理解することができます。また、オシロスコープのような垂直・水平カーソルもサポートしており、これを調整することでより詳細な情報を得ることができます。さらに、「READING TABLE」ビューでは、すべての測定値をスクロールして、測定値がプロット上のどこに位置するかを実際に確認することができます。2461のデュアル18ビット1MSa/sデジタルライザーを使用した場合、図11の一番上の画像のように、両方のA/Dからの結果をプロットすることができます。これは、一度に1つのデータポイントしか見ることができない2420/2440よりもはるかに優れています。

理由その4：計測器のトリガー

計測器では、特定のイベントに基づいて計測器がアクションを実行できるようなトリガー構成を作成することは珍しくありません。2420/2440も2460/2461も、特定のイベントに基づいてトリガーをかける手段を備えています。しかし、2420/2440と2460/2461で使用されるトリガーモデルには違いがあります。ほとんどのSMUでは、トリガーモデルの主な動作はSource、Delay、Measureです。ソースアクションは、プログラムされた電圧または電流値を出力し、プログラムされたディレイは、測定が実行される前にソースのセットリング期間を提供します。図12は、ArmとTriggerの2つのレイヤからなる2420/2440のトリガモデルを示しています。プログラム可能なカウンタにより動作を繰り返すことができ、ソースメータ機器と他の機器との間でソースと測定の同期をとるために、様々な入力および出力トリガオプションが用意されています。

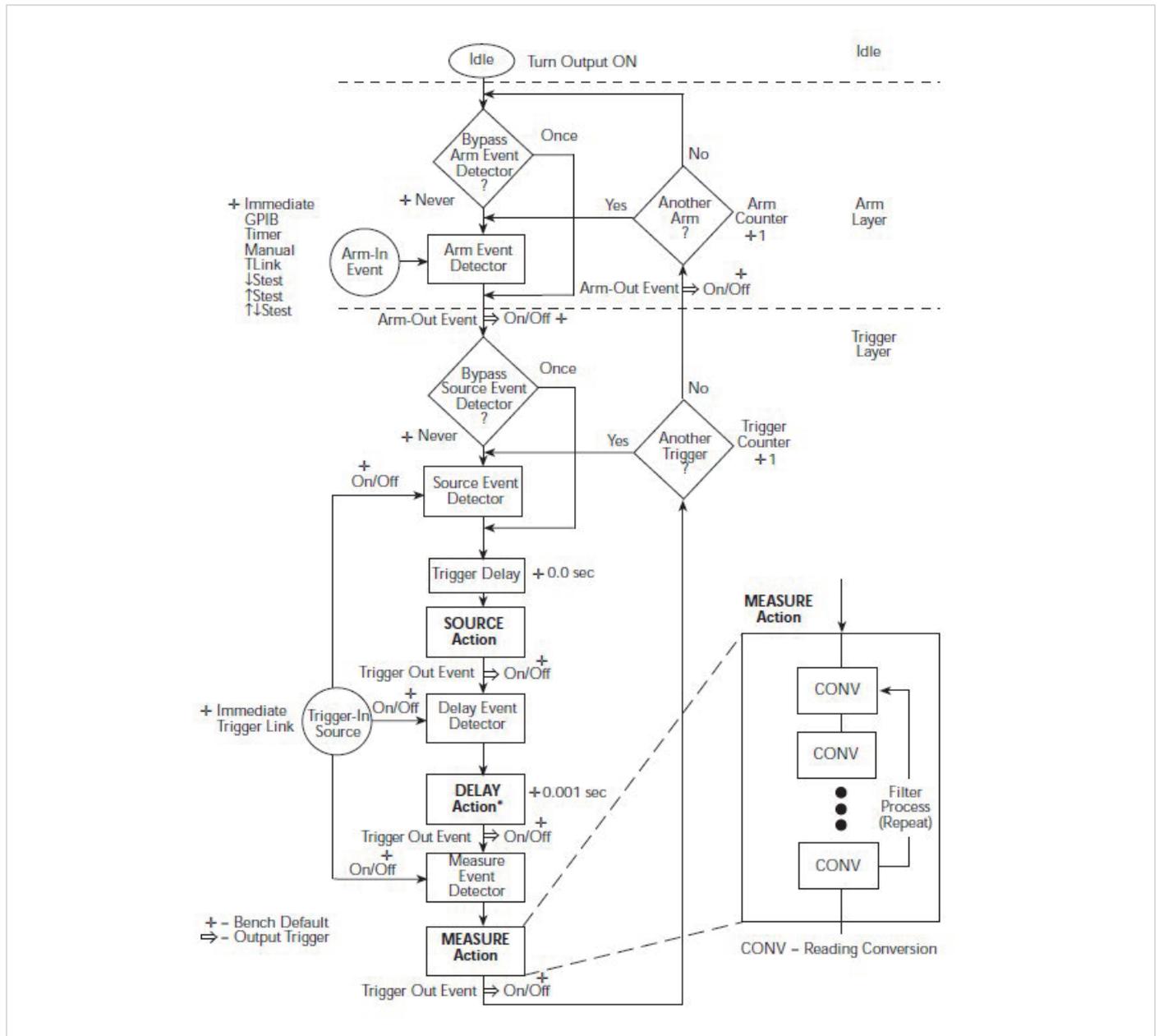


図12：2420/2440 トリガーモデル

トリガーの構成ツリーは以下のようにになっています。

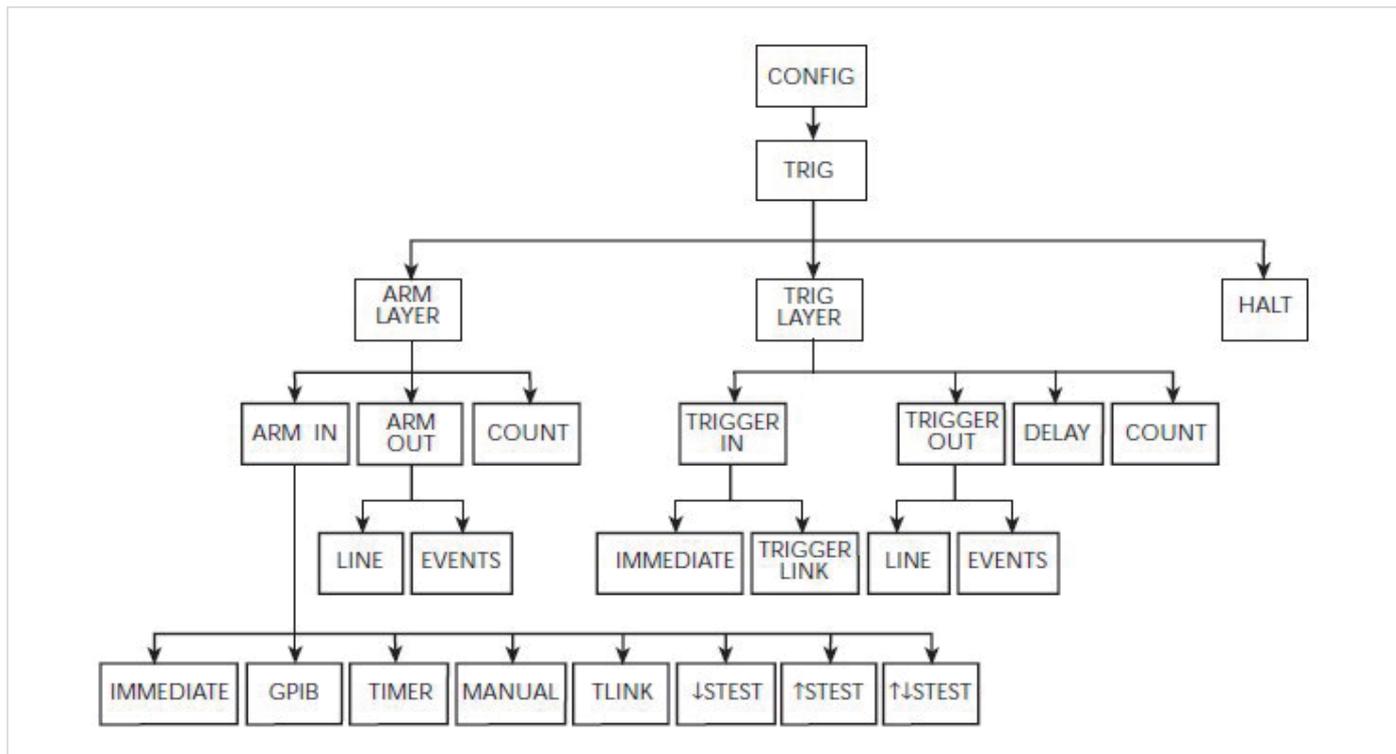


図13：2420/2440のトリガー設定メニューのツリー。

2460/2461では、トリガーシステムの操作性が大きく異なり、より柔軟になっています。2420/2440では2階層のトリガーしか使えませんが、2460/2461では、最大63のブロックレベルが用意されており、固定された2層のシステムではなく、よりユーザーが設定できるようになっています。

2460/2461はケースレーのTriggerFlow® トリガリングシステムを内蔵しており、装置の実行をユーザーがコントロールすることができます。TriggerFlowダイアグラムは、フローチャートを作成するのと同じように、4つのビルディングブロックを使用して作成されます。

- Wait - フローが継続する前にイベントが発生するのを待ちます。
- - Branch - ある条件が満たされたときに分岐します。
- - Action - 測定、ソース、デレイ、デジタルI/Oの設定など、機器内のアクションを開始します。
- - Notify - イベントが発生したことを他の機器に通知します。

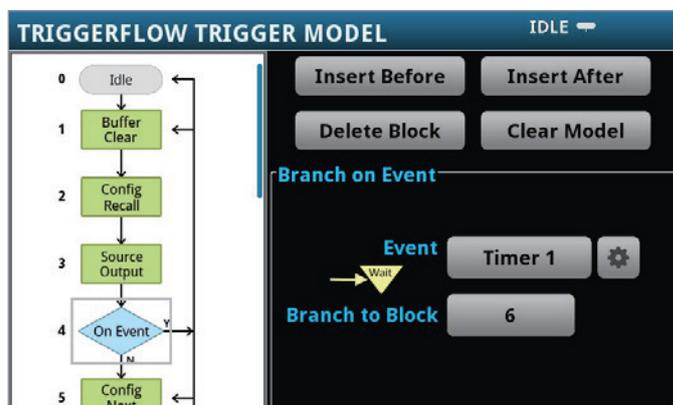


図14：TriggerFlowのビルディングブロックにより、非常にシンプルなものから非常に複雑なものまで、様々なトリガーモデルを作成することができます。

これらのビルディングブロックを組み合わせたトリガーフローモデルは、フロントパネルから、あるいはリモートコマンドを送信することで作成することができます。トリガーフローシステムでは、ユーザーはアプリケーションのニーズに応じて、非常にシンプルなものから複雑なものまで、トリガーモデルを構築することができます。2460/2461には、基本的なトリガ機能として、即時トリガ、タイマートリガ、マニュアルトリガが搭載されています。

Reason #5: リモート操作

2420/2440、2460/2461ともに、遠隔操作のための高度なプログラムが可能で、2420/2440、2460/2461ともに、計測機器用の標準コマンド(SCPI)プロトコルを使用しています。

SCPIは、プログラマブルな試験・計測機器を制御する際に使用する構文やコマンドの標準を定義しています。ほとんどの計測機器メーカーが採用しています。

SCPIの目的は、試験・計測機器を制御するための統一された一貫性のあるコマンドセットを提供することです。メーカーや機器の種類に関係なく、同じコマンドとクエリでSCPI機器の機能を制御することができます。しかし、SCPIは普遍的なコマンドセットとしての機能を意図していますが、機器が新しくなるたびに新しい機能が実装されるため、SCPIコマンドセットは機器によって異なります。2460/2461は2420/2440よりも機能やオプションが多いため、このようなケースになります。

2460/2461には新機能や新レンジが搭載されているため2460/2461のネイティブSCPIコマンドセットは、2420/2440と比べていくつかの違いがあります。いくつかのプログラムの更新が必要になりますが2460/2461のコマンドの多くは2420/2440のコマンドと同様になります。

異なるコマンドセットを使用する前に克服すべき最大のハードルは、新しいコマンドセットを習得することです。しかし、新しいSCPIコマンドの実装のニュアンスを調整することは、異なる機器を使用するときに必要なことであり、ユーザーにとっては馴染みのないハードルではありません。

2461が発売されたとき、この装置の機能は2420と2440だけでなく、数年前に廃止されたレガシーの2425と2430の多くの範囲と機能をカバーしていました。これら4つのレガシー-SMUの人気を考慮して、ケースレーは2420/2425/2430/2440のSCPIエミュレーションモードを搭載し、SCPIコードの書き換えを最小限に抑え、投資効果を最大化しました。ただし、2461のエミュレーション・モードは、2420/2425/2430/2440 SMUの元々の機能のみをカバーしており、デジタイザーなどの2461の新機能は利用できないことに注意が必要です。

SCPIコマンドフォーマットは、自己記述的に開発されています。各コマンドは、それぞれの機能を説明することを目的としています。すべてのSCPIコマンドには、拡張形式と短縮形式があります。冗長な形式は、コマンドがより多くの文字を含むため、ユーザーの理解を助けます。より詳細な形式では、コマンドの文字数が増え、特定のコマンドが実行するアクションをより明確に定義できるため、ユーザーの理解を助けます。短縮形の利点は、より少ない文字数で同じ結果を得られることです。ASCII文字の送受信には、送信者から受信者への伝達に時間がかかります。したがって、文字数が少なければ通信時間も短くなります。2420/2440で使用されるSCPIコマンドの例を図15に示します。

Command	Description	Default parameter	SCPI	Source memory
[:SOURce[1]]	Path to control sourcing:		✓	
:CLEar	Path to clear source:			
[:IMMediate]	Turn selected source off.			
:AUTO 	Enable or disable auto clear for source. ¹			
:AUTO?	Query state of auto clear.	OFF		
:MODE <name>	Specify auto clear mode (ALWAYS or TCOunt).	ALWAYS		
:MODE?	Query auto clear mode.			
:FUNCTION	Source selection:		✓	
:SHAPE <name>	Model 2430 Only — Select output mode (DC or PULSe).	DC		✓
:SHAPE?	Query output mode.			
[:MODE] <name>	Select source mode (VOLTage, CURRent or MEMory).	VOLTage	✓	✓
[:MODE]?	Query source selection		✓	
:DELay <n>	Specify settling time (in sec): 0 to 9999.999. ²	0		✓
:AUTO 	Enable or disable auto settling time. ²	ON		✓
:AUTO?	Query state of auto settling time.			
:DELay?	Query source settling time.			
:CURRent	Path to configure I-Source:		✓	
:MODE <n>	Select I-Source mode (FIXed, SWEep, or LIST).	FIXed	✓	
:MODE?	Query I-Source mode.		✓	
:RANGE <n>[UP DOWN]	Select fixed I-Source range. ³	1.05e-4	✓	✓ ⁴
:AUTO 	Enable or disable autoranging.	ON	✓	
:AUTO?	Query state of autoranging.		✓	
:RANGE?	Query I-Source range setting.		✓	
[:LEVel]	Set I-Source level (in amps):		✓	
[:IMMediate]	Set level immediately:		✓	
[:AMPLitude] <n>	Specify current level. ³	0	✓	✓ ⁴
[:AMPLitude]?	Query current level.		✓	

図15：2420/2440のSourceサブシステムのSCPIコマンド例

2460/2461のSCPIプログラミング・モードと2420/2425/2430/2440のSCPIエミュレーション・モードに加えて、2460/2461にはテスト・スクリプト・プロセッサ (TSP®) のスクリプト・モードがあり、シンプルなアプリケーションから非常に複雑なアプリケーションまで、機器内で実行することができます。ここでは、TSPとスクリプティングの利点をご紹介します

ケースレーのTSPテクノロジーは、SCPIのようなメッセージベースのプログラミングを可能にする柔軟なハードウェア/ソフトウェア・アーキテクチャで、テストのシーケンス/フロー、意思決定、および機器の自律性を制御する機能が強化されています。TSP対応機器は、コントローラから送られてくる一連のコマンドに回答することで、従来のSCPI機器と同様に動作します。また、他の機器でSCPIを使用する場合と同様に、TSP対応機器に個々のコマンドを送信することができます。TSPテクノロジーへの切り替えにより、スループットの向上、PCと他の機器との間の追加インターフェースの利用、必要に応じた自律的な計測の利便性が得られます。

2460/2461に搭載されているテスト・スクリプト・プロセッサを使用することで、内蔵の意思決定機能を備えた「スマート」な測定器を作ることが可能になり、外部のコントローラと頻繁に通信する必要性が減りました。2460/2461のテスト・スクリプト・プロセッサは、意思決定機能を内蔵した「スマート」な測定器を実現し、外部のコントローラと頻繁に通信する必要性がなくなりました。TSP技術は、TSPコマンドセットとTSPスクリプト言語の両方を含みます。TSPスクリプト言語はLuaをベースとしており、TSPコマンドセットと併用することで、通常はPC上で実行されるロジックやサブルーチンを計測器内で実行することができ、通信バスで送信されるデータ量やメッセージ数を大幅に削減することができます。

SCPIからTSPのコマンドセットに切り替えるには、アナログのコマンドを交換するだけです。難しいと思われるかもしれませんが、機器のモデルごとに異なるSCPIコマンドセットを覚えるのと大差ありません。

この例では、2460 SourceMeter®ソース・メジャー・ユニットを使用して、太陽電池のI-Vスイープ特性を測定しています。電圧は、0 Vから0.55 Vまで56ステップでスイープされます。その結果、太陽電池の電流が測定されます。電流と電圧の測定値は、デフォルト・データ・バッファ（defbuffer1）に保存されます。最後に、バッファのデータが返されます。

SCPI	TSP
"*RST"	reset()
"SENS:FUNC 'CURR'"	smu.measure.func = smu.FUNC_DC_CURRENT
"SENS:CURR:RANG:AUTO ON"	smu.measure.autorange = smu.ON
"SENS:CURR:RSEN ON"	smu.measure.sense = smu.SENSE_4WIRE
"SOUR:FUNC VOLT"	smu.source.func = smu.FUNC_DC_VOLTAGE
"SOUR:VOLT:RANG 2"	smu.source.range = 2
"SOUR:VOLT:ILIM 1"	smu.source.ilimit.level = 1
"SOUR:SWE:VOLT:LIN 0, 0.55, 56, 0.1"	smu.source.sweep.linear("SolarCell", 0, 0.55, 56, 0.1)
"INIT"	trigger.model.initiate()
"*WAI"	waitcomplete()
"TRAC:DATA? 1, 56, "defbuffer1", SOUR, READ"	printbuffer(1, 56, defbuffer1.sourcevalues, defbuffer1.readings)

図16：SCPIとTSPコマンドを比較した2460の例。

この例は、これらの基本的なTSPコマンドをTSPスクリプト言語のフルパワーと組み合わせて使用することで、さらに一歩進めることができます。有効な機器に搭載されているテスト・スクリプト・プロセッサは、TSPコマンド・セットでスクリプトを使用します。これにより、データの解釈は、Microsoft Excelなどのプログラムを実行している制御用PCによる遠隔操作ではなく、機器のローカルで処理することができます。データのキーポイントを特定するために必要な計算は、機器で実行され、フロントパネルに表示されるか、外部のコンピュータに返されます。

2460/2461のTSP機能は、テストのスループットを向上させ、SMUの全体的な機能性を高めるのに役立ちます。TSPは、一度に複数の測定値を返すことができ、スループットが向上する、読みやすいなど、SCPIに比べて多くの利点があります。TSPのコマンドセットには柔軟性があり、ユーザーは自分のニーズに合わせて使用することができます。TSPは、SCPIコマンドの代わりにTSPコマンドを使用し、制御用PCから実行することで、SCPIと同様の方法で使用することができます。TSPは、機器上でローカルに実行されるスクリプトを書いたり、TSPに対応した他の機器を接続した大規模なネットワークを管理したりするのに使用できます。

TSP技術やSCPIからTSPプログラミングへの移行については、アプリケーションノート「How to Transition Code to TSP from SCPI」および「How to Write Scripts for Test Script Processing (TSP®)」(いずれもwww.tek.com) をご参照ください。

まとめ

2460と2461は、従来の2420と2440に比べて、非常に強力なユーザーインターフェース、トリガー、プログラミング、設定機能を備えた最新のソースメジャーユニットです。また、2460と2461は、2420と2440に比べて価格面でも優位性があり、購入の際の魅力が格段にアップしています。2420と2440はどちらも20年以上にわたってお客様に非常によく貢献してきました。

しかし、その寿命は終わりに近づいています。2460と2461は、2420と2440の後継機として、同じアプリケーションに対応し、ユーザーがより多くのことをできるようにしてくれる素晴らしい製品です。

グラフィカルなSMUは、SMUの学習に費やす時間を減らし、より多くの時間を測定に費やし、結果や情報を素早く確認して、より良いエンジニアリング上の意思決定を行えるように設計されています。競争上の優位性を獲得するために市場投入までの時間が非常に重要になっている今日、2460と2461はその目標を達成するのに役立ちます。2460と2461のすべての新機能と、高精度・高確度のSMU測定器を開発してきたケースレーの数十年にわたる専門知識を組み合わせることで、2460と2461は、ラボやテストトラックでの高電流源と測定アプリケーションのための「頼れる測定器」となるでしょう。

比較表：2420、2425、2440と2460の比較

2420/2425/2440	2460
Max Voltage: 60 V/100 V/40 V	Max Voltage: 100 V
Max Current: 3 A/3 A/5 A	Max Current: 7 A
DC Power: 60 W/100 W/50 W	DC Power: 100 W
Wideband Noise: 10 mV rms typ.	Wideband Noise: 2 mV rms typ.
Sweep Types: Linear, Log, Custom, Source-Memory	Sweep Types: Linear, Log, Dual Linear, Dual Log, Custom
5000 Point Reading Buffer	>250,000 Point Reading Buffer
>2000 Readings/second	>3000 Readings/second
SCPI Programming	SCPI Programming + TSP Scripting
GPIO, RS-232	GPIO, USB, Ethernet (LXI)
Front/Rear Banana Jacks	Front: Banana Jacks. Rear: Mass Screw Terminal Connection

比較表：2461と2420、2425、2430、2440の比較

Feature	2461	2420/2425/2440	2430
Max Voltage	100 V	60 V/100 V/40 V	100 V
Max DC Current	7 A	3 A/3 A/5 A	3 A
Max Pulse Current	10 A	NA	10 A
DC/Pulse Power	100 W/1000 W	Up to 100 W/NA	100 W/1000 W
Digitizers	Dual 18-bit 1 MS/s	None	None
Wideband Noise	<4.5 mVrms typ.	10 mVrms typ.	10 mVrms typ.
Sweep Types	Linear, Log, Dual Linear, Dual Log, Custom	Linear, Log, Custom, Source-Memory	Linear, Log, Custom, Source-Memory
Reading Buffer Size	>2 Million Point Reading Buffer	5000 Point Reading Buffer	5000 Point Reading Buffer
Programming Command Type	SCPI Programming + TSP Scripting	SCPI	SCPI
PC interface	GPIO, USB, Ethernet (LXI)	GPIO, RS-232	GPIO, RS-232
Signal Input Connections	Front: Banana Jacks Rear: Mass Screw Terminal Connection	Front/Rear Banana Jacks	Front/Rear Banana Jacks

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 81 (120) 441 046
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

2021年3月現在



jp.tek.com

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://jp.tek.com/contact-us>

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 © 2021, 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。

2021年9月 1KZ-73815-0