

電流比較型抵抗ブリッジ

AccuBridge® Model 6010D



自動一次 抵抗/温度 ブリッジ 6010D

- 適用：抵抗校正、温度校正
- 計測範囲：0.001 Ω から 100 kΩ
- 精度：< 40 ppb
- 計測比率の自己校正
- 校正システムには、MI のマトリックス スキャナーとレンジエクステンダーと組み合わせるで使用することは可能。
- MI グループを校正エンジニアリングのパートナーです。17025 認証を得たサービスで、貴社の校正システムを設計支援、構築、校正サービス、書類作成を実際に行っている技術者を支援させていただきます。

モデル情報

AccuBridge® 6010D 抵抗ブリッジ は一次の校正機関の抵抗校正に活用いただくために開発した技術者用装置です。既に 6010D は世界最先端の自動抵抗/温度用ブリッジとして紹介していますが、抵抗校正と温度校正の抵抗計測には理想的な仕様になっています。卓越した技術、6010D の処理速度、計測精度、データの取扱いについて、国研校正機関や他の一次校正機関で使い易い計測装置として認知を受けました。6010D は融通の利く、使い易い装置です。

計測可能な比率レンジと精度

AccuBridge®6010D の 直流電流比較器 (DCC) は二進巻の電流比較器技術で設計していて、25 ビットの分解能でバランスが取り、精度は 40ppb 以上で計測できます。計測比率は 14:1、あるいは 1:14 まで、線形性は 5ppb 以上の性能です。6010D は比率計測を、抵抗計測しては 0.001 Ω ~ 100k Ω の範囲で活用できます。オプションの高電流レンジエクステンダと組み合わせると、シャントの抵抗計測のため 1 μ Ω まで計測できます。

自動抵抗校正

6010D は参照標準抵抗と被校正の抵抗器の抵抗比を計測します。システムに運用するためのオプションで 10 チャネル、16 チャネル、20 チャネルのスキャナを接続して使用することができ、最大で 80 チャネル、あるいは 40 組の抵抗器を校正できるシステムを構築できます。

6010D は前面パネルから操作するか、MI ソフトウェア (6010SW) のウィンドウズ プログラムを活用することで自動計測、ヒストリーロギング、グラフ管理、計測結果の統計解析が可能です。パソコンなしに計測器単体で使用する場合は、前面のタッチパネルを操作します。比率計測、抵抗値測定 (ダイレクト計測) が行えます。計測中に複数の計測結果を、数値、グラフで画面に表示し、オペレータが理解しやすいように設計しています。

自動温度校正

6010D は白金抵抗温度計 (PRT) の校正に使用するために、MI ソフトウェア (Accu-T-Cal™ SW) を準備しています。ソフトウェア Accu-T-Cal™ SW は 15 年に渡る温度校正での活用によって、リュブヤナ工科大学が開発したものです (UL-FE/LMK)。全ての計測結果はグラフ、タブラー仕様で表示し、以後の詳細解析、校正報告書に使用する為に自動保存します。

AccuBridge® ファミリーのブリッジ

6010D は高性能な MI ブリッジの 1 モデルです。ファミリーの他のモデルには QHR 標準に活用することが目的で、計測範囲は狭いですが小さな不確かさの計測器から、計測範囲は広いですが不確かさは少し大きくなる計測器まで各種、揃えています。設計仕様は三種類ありますが、これらの抵抗測定装置で 21 乗の範囲差がある抵抗計測 (1 μ Ω ~ 10P Ω) を可能にしています。

[www.mintl.com](http://www.mintl.com)

[sales@mintl.com](mailto:sales@mintl.com)

日本のお客様は

[www.mi.jpn.com](http://www.mi.jpn.com)

[info@mi.jpn.com](mailto:info@mi.jpn.com)

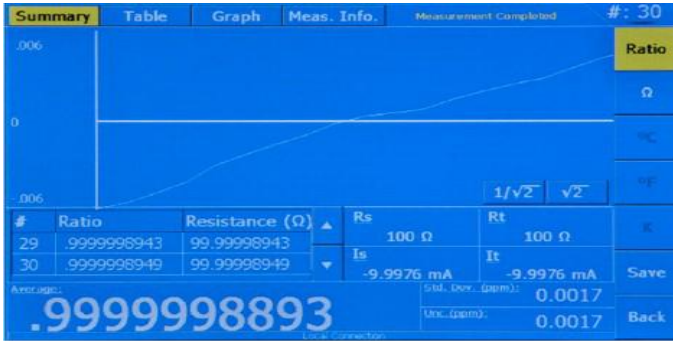


## 概要

6010D は比率計測、抵抗値直接計測に活用できます。前面のタッチパネルを操作し、画面のメニュー操作で計測器を運用します。抵抗値直接計測には参照標準の抵抗器の抵抗値と不確かさをキーパッドで入力します。更に、計測条件（例えば、被校正抵抗器に流す電流値、安定時間（計測電流の極性切り替え時間、計測データ数、計測結果を解析処置するデータ数）を入力します。

計測結果の精度確認はインターチェンジ操作（参照標準の抵抗器、非校正の抵抗器を交換）を行うことで確認できます。比率確認の範囲は 14:1 から 1:14 までです。

6010D の低雑音なタッチスクリーン画面は計測結果を判りやすく表示します、画面事例は以下の通りです。計測が完了すると、平均値、不確かさを（統計処理に使用するとして設定したデータ数で）表示します。全ての不確かさは  $2\sigma$  で計算しています。



Summary screen（要約）画面で比率と抵抗値を表示します。

Measurement Info（計測情報画面）で計測条件を表示します。

## MI の計測ソフト ウィンドウズのソフトウェア Windows® Based Operating Software

MI 社ソフトウェア AccuBridge® 6010SW Windows®-based は、自動計測、報告書作成、抵抗器のドリフト解析を行い、更に抵抗器のヒストリー、トラッキング、補正値を求めることができます。6010D と GPIB で制御可能な 9400 オイルバスか 9300 バスを一緒に使用して PC で制御するシステムで運用すると、抵抗器特性値の  $\alpha$ 、 $\beta$  を自動で求めることが可能です。

他の各種解析にも活用できるよう、計測結果は Excel データにエクスポートできます。校正環境の圧力、湿度、温度の計測もオプションでシステムに組み込むことが可能であり、4 インチあるいは 5 インチラック (1224 to 1530 mm) になります。抵抗槽（オイルあるいは空気）計測器コントローラ、プリンタ、システムソフトウェア、IEEE バス（GPIB）、パソコンに設定、操作トレーニングが提供可能です。

### MI 社では計測器のこと、計測科学のことに限定せず、やるべき事、出来る事を気楽に実現します。

ソフトウェア 6010SW には標準抵抗 (Rs) の ID ファイルと未知の抵抗器 (Rx) の ID ファイルを作成し、抵抗器の情報を保存し、標準抵抗器のデータは上書きの可否を制御できるようにしています。6010SW はユーザにより運用プログラムを作成することが出来、抵抗校正、温度校正に活用できます。



図 1- 6010/300 前面配線の計測システム

6010D の計測範囲はレンジエクステンダ 6011D と電源 6100 を組み合わせることで拡張できます。MI のレンジエクステンダシステムには 6011/150A、6011/300A があります。図 1 を参照ください。配線はラックの前面から専用ケーブル、編組線を使って行います。6011D/150 A レンジは  $1\mu\Omega$  まで、Model 6013M 400 A レンジエクステンダ、Model 6012M 1000 A レンジエクステンダ、Model 6012M 2000 A レンジエクステンダ、あるいは Model 6014M 3000 A レンジエクステンダを使って校正します。図 2 を参照ねがいます。シャント抵抗の校正にはラック側面の銅板を活用します。銅板の活用によりケーブル損失を無視できるようにしています。銅板の拡張部品を活用することで、シャント抵抗と直接接続できます。各種制御装置をもシステムに組み込むことができます。



図 2-6010/3000 側面配線の計測システム

更なる情報は、MI の高抵抗・高精度 DCC シャント計測システムのデータシートを参照いただくか？、高精度 DCC シャント計測システムのリーフレットを参照ねがいます。

[www.mintl.com](http://www.mintl.com)

[sales@mintl.com](mailto:sales@mintl.com)

日本のお客様は

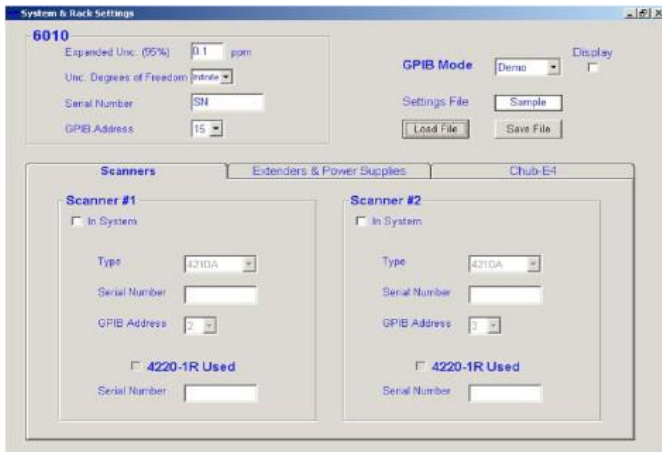
[www.mi.jpn.com](http://www.mi.jpn.com)

[info@mi.jpn.com](mailto:info@mi.jpn.com)

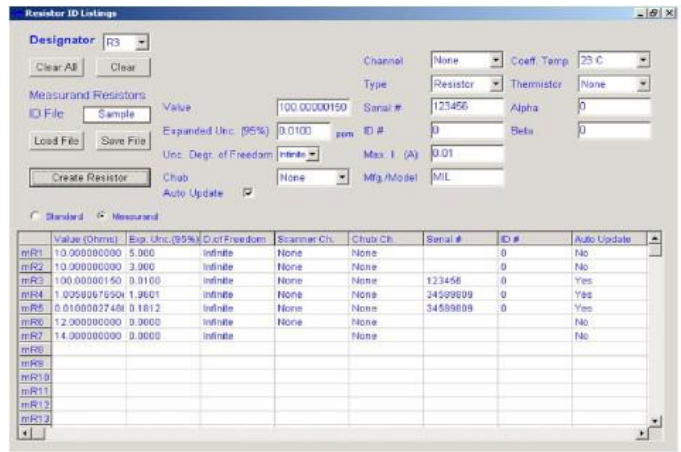




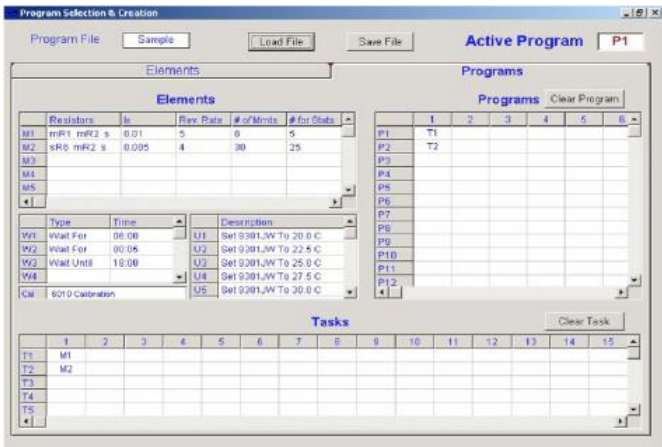
## MI ソフトウェア AccuBridge® 6010SW (ウィンドウズソフトウェア)



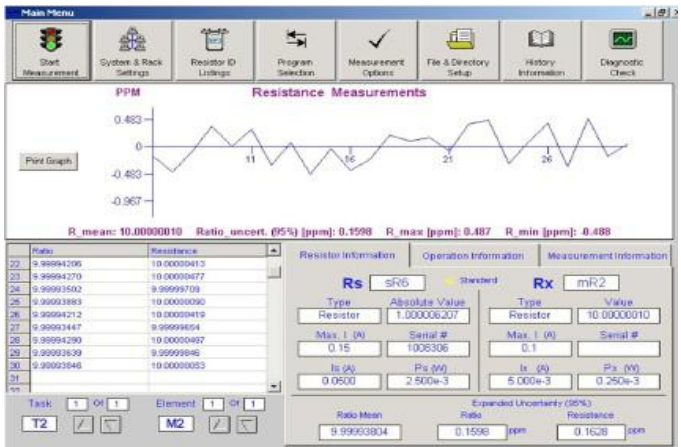
システム & ラックメニュー



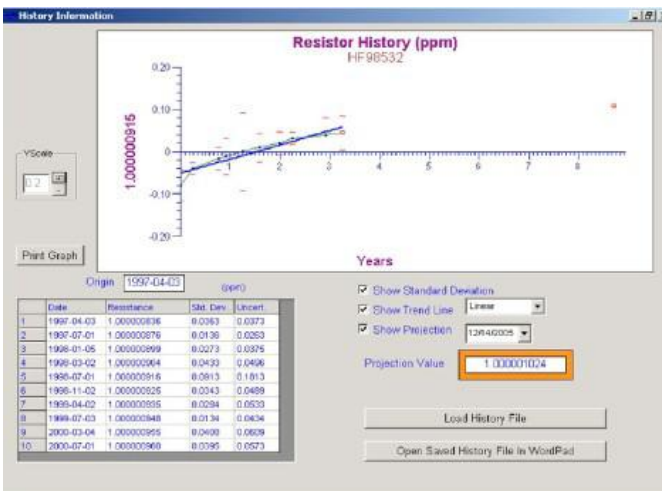
抵抗メニュー



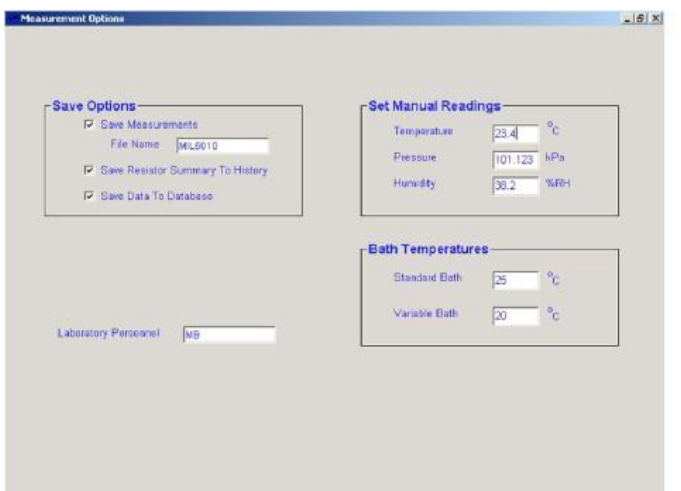
プログラム ID メニュー



計測メニュー



ヒストリーメニュー



計測オプション



>163.65546 67818.23289 95550  
 >198.65546 65612.23289 95550  
 >152.698016 68818.282399 92350  
 >198.643636 78617.732289 783  
 >124.634546 78672.232779 683  
 >458.11142 83417.732337 676  
 >145.523286 64486.222889 986  
 >149.77060 32814.077060 328

**AccuBridge® 6010D アクセラー**

**計測チャンネルの拡張 マトリックススキャナーの活用**

4端子のマトリックススキャナーを接続すると、信号入力チャンネルを10~80チャンネルまで増設できます。MIの自動化用低熱マトリックススキャナーには4210Aと4210Bがあり、10個の入力、2個の出力チャンネルを、4220Aと4220Bは20個の入力チャンネルと2個の出力チャンネルを増設できます。Aシリーズのマトリックススキャナーはテルリウム端子で接続し、Bシリーズでは4線のテフロン信号線を直出ししているため、それを接続します。マトリックススキャナーの詳細情報は4210、4216、4220の自動低熱マトリックススキャナーのデータシートを参照願います。



**Model 9300 エアバス、GPIB制御機能付き**

モデル9300シリーズのエアバスは標準室で気中抵抗の温度管理をする上で、便利で使い勝手がいいです。複数の気中抵抗を保管できる容量があるエアバスで内蔵する棚を活用することで容易に抵抗器を内部に設置できます。抵抗器ESI SR104の抵抗器を設置する為、棚は簡単に外すことが出来ます。エアバスは小さく、壊れにくく、移動も容易です。エアバスの詳細情報は9300のデータシートを参照願います。



**Model 9300A エアバス、GPIB制御機能付き**

ブリッジ6010Dを使って、抵抗器、シャント抵抗の温度、電力係数を評価する場合、9300Aのエアバスを活用すると、理想的なシステムになります。4台の抵抗器SR104等を槽内に保管できるよう、二個の棚もサポートしています。このバスはGPIB制御も出来、自動計測に組み込むことも可能で、抵抗器の $\alpha$ 、 $\beta$ の解析も容易です。過高温、過低温の警報回路も組み込んでおり、内蔵抵抗器を保護しています。エアバスの詳細情報は9300Aのデータシートを参照願います。



**Model 9400 オイルバス、GPIB制御機能付き**

MIのオイルバス Model 9400は、既存のバスを活用されている客先の各種フィードバックを受けて開発しました。バスの操作はタッチスクリーンを介して行います。電気ノイズは小さく、静かな装置9400はCCCと、あるいはQHR装置と一緒に使えます。内蔵する抵抗器の量により、攪拌モータの速度を調整します。オイルバスのGPIB制御もソフトウェア6010SWに組み込んでおり、 $\alpha$ 、 $\beta$ の解析、抵抗値の測定に活用できます。オイルバスの詳細情報は9400のデータシートを参照願います。



**Model 9331 & 9331R シリーズの気中標準抵抗**

MIの高精度ワキングスタンダード気中抵抗は現場での抵抗校正を1m $\Omega$ ~100M $\Omega$ までで使用するには便利です。MIの9331の形状は小さく、軽く、更には壊れにくく、仕様を満足させるため、エアバス等の温度管理は必要ではありません。9331の安定性、温度特性は簡易に移動するような場合には理想的で、18 $^{\circ}$ C~28 $^{\circ}$ Cの雰囲気気で運用できます。

9331Rへの接続はテルリウム銅のバインディング端子で10M $\Omega$ までサポートしています。分離したグラウンド端子はガードにカバーし、湿度侵入を防御しています。9331は0.001 $\Omega$ ~10M $\Omega$ までです。更なる情報は、9331R気中抵抗器、と9331気中抵抗器のデータシートを参照してください。



**Model 9210 シリーズの油中標準抵抗**

油中抵抗は気中抵抗に比べると更に安定し、温度特性も良好で、抵抗計測で高い精度、安定性を、示します。MIの標準油中抵抗は9210A Primary 1 $\Omega$ 、9210A Primary 0.1 $\Omega$ 、と9210Bシリーズの10 $\Omega$ から100k $\Omega$ です。9210A 1 $\Omega$ と9210A 0.1 $\Omega$ 抵抗器は圧力の影響を受けません。更なる情報は、Model 9210A MI-Type標準抵抗とModel 9210B標準油中抵抗のデータシートを参照してください。

**6011 シリーズのレンジエクステンダ**

6011シリーズの低抵抗シャント抵抗計測システムは高精度、低不確かさの校正を実現でき、商用システムとして活用できます。レンジエクステンダはフル自動化しており、6010Dあるいは6242Bの仕様を拡張し、低抵抗の抵抗器を高電流で計測できます。一般的なMI計測システムではAccuBridge6010Dか6242Bと、レンジエクステンダ6011電源6100Aを組み合わせ活用します。接続ケーブルも提供しています。更なる情報は、Model 6011D自動レンジエクステンダと電源、6010/6242 Precision Shunt Measurement Systemのデータシートを参照してください。





>163.65946 67818.72287 977  
 >198.65646 65612.232829 9555  
 >152.698016 68818.282399 92356  
 >198.643636 78617.732289 783 56  
 >124.634546 78672.237779 683 56  
 >458.11142 83417.782337 676 56  
 >145.523286 64486.222889 986 56  
 >149.77060 32814.077060 328 56

**仕様**

自己校正ブリッジでは、計測比率の精度検証は何時でも実施でき、次のインターチェンジ法として 1:1 ratio の下記の式で評価します

$$r_e = (R_a - 1/R_b) / 2.$$

U 不確かさは 2σ (95%) の GUM で、自由度を有した GUM のルールに従います。

計測範囲	精度	レンジエクステンダと	
10 μΩ から 100 μΩ	N/A	<0.5 x 10 <sup>-6</sup>	
100 μΩ から 1 mΩ	N/A	<0.4 x 10 <sup>-6</sup>	
1 mΩ から 10 mΩ	<5.0 x 10 <sup>-6</sup>	<0.3 x 10 <sup>-6</sup>	
10 mΩ から 100 mΩ	<0.5 x 10 <sup>-6</sup>	<0.2 x 10 <sup>-6</sup>	
100 mΩ から 1 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	<0.2 x 10 <sup>-6</sup>	
比率 1:1	精度	比率 10:1	精度
0.1 Ω から 0.1 Ω	<0.1 x 10 <sup>-6</sup>	0.1 Ω から 1 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
1 Ω から 1 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	1 Ω から 10 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
10 Ω から 10 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	10 Ω から 25 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
25 Ω から 25 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	10 Ω から 100 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
100 Ω から 100 Ω	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	100 Ω から 1 kΩ	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
1 kΩ から 1 kΩ	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>	1 kΩ から 10 kΩ	<0.04 x 10 <sup>-6</sup>
10 kΩ から 10 kΩ	<0.1 x 10 <sup>-6</sup>	10 kΩ から 100 kΩ	<0.1 x 10 <sup>-6</sup>

**一般仕様:**

- 1(a) 計測モード 4 線
- 1(b) 線形性 <0.005 ppm
- 1(c) 温度特性 <0.01 ppm/°C
- 1(d) 計測電流 発生電圧 24.9V 以下の電流 10 μA ~ 200 mA (6010D 供給)
- 1(e) 計測電流精度 100 ppm +10 μA (フルレンジに対し)
- 1(f) 計測電流設定分解能 1 μA
- 1(g) 計測電流極性切替時間 4 から 1000 秒
- 1(h) PC インターフェース GPIB: IEEE488.2
- 1(i) 電源電圧 100 V, 120 V, 220 V, 240 Vac ±10% 単相
- 1(j) 操作画面 タッチスクリーン画面 (外部にキーボードはありません。), 分解能 0.001 ppm
- 1(k) タッチスクリーンの操作画面 タッチスクリーン画面の操作は PC ソフトウェアと同じ、計測の条件設定である表示分解能、フィルタ設定、抵抗値/比率の切り替え表示あるいは同時で表示するか、計測結果をグラフで表示するか解析データで表示するかあるいは同時で表示するか、消費電流による効果を求めるため計測電流を√2 倍、1/√2 倍して計測設定できます。これらの設定は手動でも、自動プログラムに組み込むことも可能です。
- 1(l) 計測設定 200mA まで供給可能、更にレンジエクステンダを接続することで 150A、あるいはそれ以上まで流すことも可能です。
- 1(m) 画面操作 操作画面は 7 インチのタッチスクリーン画面で計測条件を設定でき、計測データをリアルタイムにグラフ、数値で表示します。計測結果を前面に装着できる USB メモリに保存設定できます。
- 1(n) 連続計測 ブリッジは連続計測でき、可変抵抗、デジタル設定抵抗器、その他、抵抗器の調整に活用できます。
- 1(o) 接続端子 テルリウム - 銅金メッキのバイディングポストです。バナナプラグ、Y 端の圧着端子、あるいは裸線で接続します。
- 1(p) USB 端子の用途 データ保存、あるいは計測ソフトウェアの更新。

Note1: Accuracy of the bridge can be verified using the interchange technique for 1 : 1 and 10 : 1 ratios. Note2: Linearity of the bridge can be verified at any time using the built in Calibration function



>183.65946 67818.72287 955  
 >198.65646 65612.232829 9555  
 >152.698016 68818.282399 92356  
 >198.643636 78617.732289 783 56  
 >124.634546 78672.237779 683 56  
 >458.11142 83417.782337 876 56  
 >145.523286 64486.222889 988 56  
 >149.77060 32814.077060 328 56

**オーダ情報**

**モデル 説明**

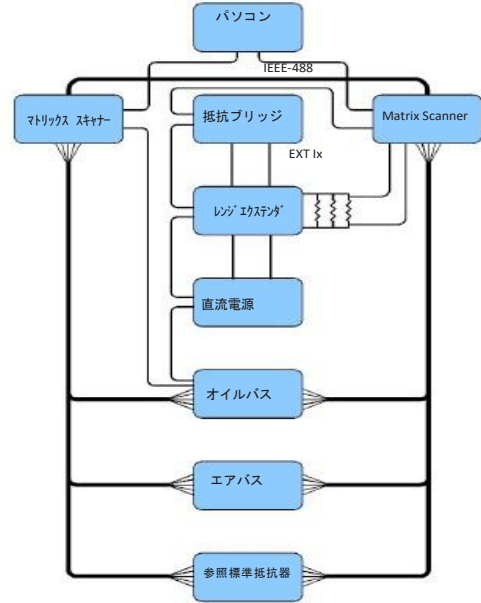
- 6010D ソフトウェア付き抵抗ブリッジ
- 6010D/Cal 17025 校正レポート
- 6010D/ACC 17025 認証パッケージ
- Accu-T-Cal 温度校正ソフトウェア
  
- 4210A 10-チャンネル マトリックススキャナ 端子入力
- 4210B 10-チャンネル マトリックススキャナ 配線入力
- 4216A 16-チャンネル マトリックススキャナ 端子入力
- 4216B 10-チャンネル マトリックススキャナ 配線入力
- 4220A 20-チャンネル マトリックススキャナ 端子入力
- 4220B 20-10-チャンネル マトリックススキャナ 配線入力
- 6100A 100 A リニア直流電源
- 6150A 150 A リニア直流電源
- 6250A 300 A リニア直流電源
  
- 9300 エアバス
  
- 9300A GPIB 付きエアバス
- 9400 GPIB 付きオイルバス
- 9210A/1 油中抵抗 1 Ω
- 9210A/OR1 油中抵抗 0.1 Ω
- 9210B/xx 油中抵抗 0.1 Ω ~ 100 kΩ
- 9331R/xx 気中抵抗 0.1 Ω ~ 10 MΩ
- 9331/xx 気中抵抗 0.001 Ω ~ 100MΩ
  
- 9332/100 100 A シャント抵抗
- 9332/CAL 17025 校正
- 6011D/100 100 A レンジ エクステンダ
- 6011D/150 150 A レンジ エクステンダ
- 6011D/300 300 A レンジ エクステンダ
- 6012M 2000 A レンジ エクステンダ
- 6013M 400 A レンジ エクステンダ
- 6014M 3000 A レンジ エクステンダ

更なる詳細情報は、高精度 DCG シャント計測システム  
 のリーフレットを参照ねがいます。

アクセサリ  
 システムコントローラ  
 システムラック  
 システムラック、シールド付き  
 NI IEEE USB カード  
 4 線, 18 Awg テフロンケーブル, 2 線, 18 Awgケーブル

Form MI 66, Rev. 8, Dated 2016-06-09 (QAP19, App. "N")

**システム情報**



**抵抗システムの御相談は**

**メジャーメンツ インターナショナル ジャパン株式会社**

〒573-1136  
 大阪府枚方市宇山東町 6-1  
 枚方イーハム枚方牧野公園 207 号室

TEL/Fax 072-396-4660  
 HP <http://www.mi.jpn.com>

Data Subject to Change - Rev. A

**Corporate Headquarters**

**Measurements International**  
 PO Box 2359, 118 Commerce  
 Drive Prescott, Ontario,  
 Canada K0E 1T0  
 Phone: (613) 925-5934  
 Fax: (613) 925-1195  
 Email:  
 sales@mintl.com Toll  
 Free: 1-800-324-4988

**Worldwide Offices**

**MI-USA**  
 Phone: (407) 706-  
 0328  
 Toll Free: 1-866-684-  
 6393  
 Email:  
 sales@mintl.com

**MI-China**  
 Phone: 86-10-  
 64459890  
 Email:  
 sales@mintl.com

**MI-Europe**  
 Phone: +(420) 731-440-  
 663  
 Email: sales@mintl.com

**日本のお客様は**  
**MI-Japan**  
[www.mi.jpn.com](http://www.mi.jpn.com)  
 Phone: 072 396 4660  
 Email: info@mi.jpn.com

**MI-India**  
 Phone: +(91) 98 10 134  
 932  
 Email:  
[sales@MILLP.co.in](mailto:sales@MILLP.co.in)



[www.mintl.com](http://www.mintl.com)