

## 測定のヒント

Volume 5, Number 1

# デジタル・マルチメータのスループットの向上

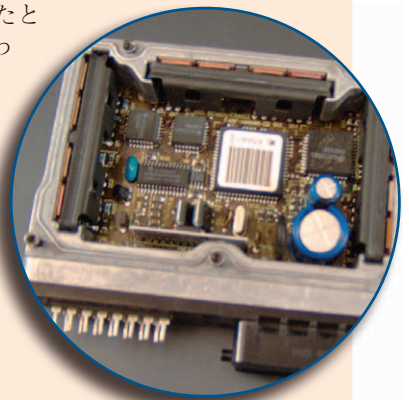


テスト時間の短縮

### 事例：自動車ECUのテスト

製造、デザイン検証、研究開発で測定テストを行う場合、どの環境でも、テスト時間の短縮が、コストの削減と製品開発期間の短縮に直結します。測定テストの多くは、デジタル・マルチメータ(DMM)を必ず使用します。DMMの測定時間を短縮して、テスト全体のスループットを向上させる方法はさまざま、テスト時間の短縮によって他の要素に影響が出る可能性もあります。スループットの向上に伴うトレードオフを理解して、個々のテストで何が重要なかを判断することが、最適なトレードオフを決定するために重要です。

自動車業界のある大手サプライヤが、電子制御装置(ECU)の開発とテストを行っていました。ECUの最終テストでは、DMMで何十種類もの電圧/抵抗測定を行う必要があり、ECU 1台あたりのテスト時間は、約43秒でした。テストの順序を変更して、電圧測定と抵抗測定をそれぞれ別のグループにまとめて実行するようにし、ECU 1台当たりのテスト時間を約3秒短縮できました。次に、テスト機器が設置されている環境の温度を評価したところ、温度が非常に安定していることがわかりました。そこで、ゼロ調整を電圧測定の開始時と抵抗測定の開始時に1回ずつ実行するようにし、オート・ゼロをオフに設定しました。これにより、テスト時間はさらに6秒短縮され、合計9秒短縮できました。テスト時間は43秒から34秒へと21%削減され、その結果、スループットが25%以上向上しました。



## オート・ゼロ： 精度とテスト時間のトレードオフ

オート・ゼロは、精度を向上させる機能です。オート・ゼロ機能をオンにすると、DMMは測定の実行前に必ずゼロ調整測定を実行して、DMM内部の増幅器と積分ステージのオフセットを除去します。この機能をオフにすれば、測定時間を半分に短縮できます。オフセットは最初に校正で除去されており、温度が変化すればわずかにドリフトすることはあります。しかし、環境温度が安定している場合や、温度の変化が問題にならないほど短時間で測定を行う場合は、オート・ゼロをオフにすることをお勧めします。この場合は、わずかに精度が低下してもスループットが向上する利点の方が大きいからです。例えば、安定した環境でAgilent 34410A/34411Aマルチメータのオート・ゼロをオフにした場合、DC電圧精度仕様に、レンジの0.0002 % + 2  $\mu\text{V}$ というわずかな値が加算されるだけです。なお、オート・ゼロをオフにしても、レンジ、機能、積分時間の設定を変更した場合は、設定変更後の最初の測定で1回だけオート・ゼロが実行されます。したがって、オート・ゼロをオフにしても頻繁に設定を変更すると、時間を短縮する効果が低下してしまいます。使用中のDMMのオート・ゼロ動作を確認して、設定の変更によって得られるメリットをご検討ください。



## 設定の変更回数を削減する

機能や測定レンジを変更すると、ほとんどのDMMで余分な時間がかかります。なるべく機能やレンジの変更をしないようにするには、測定をグループに分けることが有効です。例えば、電圧と抵抗を数回ずつ測定する場合は、機能を何度も切り替えなくすむように、電圧測定をすべて行ってから、抵抗測定をすべて行うようにします。また、レンジの変更回数を最小にするため、低電圧測定と高電圧測定も別のグループに分けて行うようにします。10 Vより上の電圧レンジではメカニカル・アッテネータが使用されるため、切り替えの時間がかかります。測定を機能やレンジでグループ分けすれば、測定時間を大幅に短縮できます。

### 測定のヒント

レンジの変更回数を最小にすれば、レンジの変更にかかる時間をなくせるだけでなく、レンジ変更時のオート・ゼロ測定もなくなり、スループットが向上します。新しいレンジが設定されると、アッテネータ/増幅器ステージの変更によるオフセットの変化に対処するために、オート・ゼロ測定が行われます。レンジの変更回数を最小限にすれば、DMMの寿命も延びる可能性があります。レンジを変更する際にメカニカル・リレーが起動されることがあり、起動回数が多いとリレーが消耗するからです。

## さまざまなオートレンジ

オートレンジによってテスト時間が長くなることがありますが、常にそうとは限りません。オートレンジにかかる時間は、DMMのデザインによって異なります。フラッシュA/Dコンバータと並列利得増幅器を使用したDMMでは、オートレンジを使用した方がテスト時間を短縮できます。レンジの変更にかかる時間がゼロだからです。この場合は、ホスト・コンピュータからレンジ変更コマンドを送信し、測定器でコマンドを解釈する方が時間がかかります。ただし、積分型DMMで、手動でレンジ切り換えを行う測定が最も高速です。手動のレンジ切り換えでは、DMMのレンジを固定して不要なゼロ測定をなくし、メカニカル・アッテネータの余分な動作を防ぐこともできます。なお、Agilent 34410/34411AマルチメータのI/O速度とレンジ・コマンドの解釈時間は、オートレンジ・アルゴリズムよりもはるかに高速です。

## 積分時間とノイズ

積分時間は直接設定できるパラメータですが、これには明らかなトレードオフがあります。DMMは、一定の時間(積分時間)で測定値を積分します。長い積分時間を設定する最大の利点は、測定に対する不要なノイズ(特にAC電源ラインの電圧ノイズ)を除去できることです。ただし、積分時間を長くすれば、当然、測定時間も長くなります。例えば、積分時間を電源サイクル(NPLC)の1、2、10、100倍などの整数倍に設定した場合、アベレーシング時間が長くなるほど、ノーマル・モード除去比(NMR)も高くなり、電源ライン・ノイズを最小にできます。60 Hz環境でNPLC設定が10の場合、積分時間は166 ms(50 Hzでは200 ms)です。NPLCの値が大きいほど、NMRは高くなりますが、測定時間も長くなります。

ACフィルタ	入力周波数	セトリング時間(ACV)	セトリング時間(ACI)
低速	3 Hz ~ 300 kHz	2.5 s/回	1.66 s/回
中速(デフォルト)	20 Hz ~ 300 kHz	0.625 s/回	0.25 s/回
高速	200 Hz ~ 300 kHz	0.025 s/回	0.025 s/回

表1. Agilent 34460A、34461A、34410A DMMでのACフィルタの選択によるセトリング時間

なお、積分時間を短くすると分解能が低下することがあります。また、オート・ゼロがオンになっている場合は、積分時間を変更するとゼロ測定が新たに行われます。したがって、積分時間が同一の測定はできるだけ1つにまとめるようにします。なお、熱電対などを対象とする低電圧測定では、バッテリーや電源を対象とする高電圧測定よりも高いノイズ除去性能が必要です。

### AC設定とセトリング時間

AC測定を実行する場合は、測定する信号に合わせて、適切なACフィルタを選択する必要があります。帯域幅は、測定する可能性がある最低の周波数を含むように選択します。例えば、Agilent 34460A/34461Aおよび34410A/34411Aマルチメータには、上の表1に示す3種類のACフィルタがあります。セトリング時間は、低周波測定用の設定では長くなり、高周波測定用の設定では短くなります。

### ディスプレイのオンとオフ

ディスプレイの制御、測定の実行、I/Oの制御は、通常、同じプロセッサで行われるので、ディスプレイをオフにすると、その分処理能力が向上し、テスト時間を大幅に短縮できる場合があります。DMMの処理能力によって、ディスプレイをオフにした場合の効果は変わってきます。34410A/34411A DMMの場合は、ディスプレイがオンでもオフでも明確な速度の違いはありませんが、Agilentの一部のモデルでは効果が見られる場合もあります。

### トリガ遅延の最適化

DMMの入力信号を測定する際は、有効な測定を行うために、信号が完全にセトリングするまで、ある程度の時間待つ必要があります。一般的なケースですが、測定信号がスイッチング・システムを経由する場合に特に重要です。例えば、信号を最初にDMMの入力に接続した際には、信号経路に存在するすべてのキャパシタンスが測定電圧によって充電されていきます。これに対応するために、トリガ遅延の設定があり、設定値は、機能、レンジ、積分時間、ACフィルタの設定に依存します。トリガ遅延とは、測定が要求(またはトリガ)されてから、実際の測定が行われるまでの時間です。測定する信号のタイプに応じてトリガ遅延の設定を調整して、測定時間を最適化できます。例えば、ソース・インピーダンスが高い電圧を測定する場合は、信号を最初にDMMに接続した際に、DMMの入力キャパシタンスが充電される時間がかかります。低インピーダンスの電圧の場合はセトリング時間が短いので、トリガ遅延を短く設定できます。なお、DMM遅延時間のデフォルト値はシンプルなアプリケーション用に設定されており、大規模なスイッチング・システムや高いソース・インピーダンスは考慮されていません。必要に応じて調整してください。

### まとめ

DMMはほとんどすべての測定テスト・システムで使用します。したがって、DMM測定の設定を意識的に選択すれば、テスト時間を大幅に短縮でき、スループットを向上させることができます。オート・ゼロ、オートレンジ、積分時間を適切に設定し、機能とレンジの変更を減らせば、スループットを向上できますが、他にもさまざまな手段があります。テスト時間の短縮は、コストの削減とタイムトゥマーケットの短縮に直結します。これらは、変化の速い今日の市場で競争に勝つための重要な要素です。

### ヒント一覧チェックリスト

#### 最大のスループットを得る方法：

- 可能な限り、オート・ゼロをオフにします
- 機能とレンジの変更を最小限にします
  - 類似した測定は1つにまとめる(DCV、DC抵抗、ACVなど)
  - 可能な限り、オートレンジではなく固定レンジを使用する
  - ノイズ除去、分解能、確度を考慮した上で、可能な限り、積分時間を短くする
- 適切なACフィルタを選択します
- ディスプレイをオフにします
- 実行する測定のタイプを考慮した上で、可能な限り、トリガ遅延を短くします



<http://www.agilent.co.jp/find/myAgilent>

お客様がお求めの情報はアジレントがお届けします。myAgilentに登録すれば、ご使用製品の管理に必要な様々な情報を即座に手に入れることができます。



**Agilent Advantage Services**

[www.agilent.co.jp/find/AdvantageServices](http://www.agilent.co.jp/find/AdvantageServices)

アジレント・アドバンテージ・サービス、それはお客様の満足を第一に考えているアジレントの修理・校正サービスの総称です。



[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

LXIは、Webへのアクセスを可能にするイーサネット・ベースのテスト・システム用インタフェースです。Agilentは、LXIコンソーシアムの設立メンバーです。



[www.agilent.co.jp/quality](http://www.agilent.co.jp/quality)

## 契約販売店

[www.agilent.co.jp/find/channelpartners](http://www.agilent.co.jp/find/channelpartners)

アジレント契約販売店からもご購入頂けます。お気軽にお問い合わせください。



Agilentのデジタル・マルチメータ・ファミリの詳細情報：

[www.agilent.co.jp/find/dmm](http://www.agilent.co.jp/find/dmm)

## アジレント・テクノロジー株式会社

本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

### 計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ■■ 0120-421-345  
(042-656-7832)

FAX ■■ 0120-421-678  
(042-656-7840)

Email [contact\\_japan@agilent.com](mailto:contact_japan@agilent.com)

電子計測ホームページ

[www.agilent.co.jp](http://www.agilent.co.jp)

- 記載事項は変更になる場合があります。ご発注の際はご確認ください。

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Published in Japan, September 18, 2013

5990-3218JAJP

0000-00DEP



**Agilent Technologies**