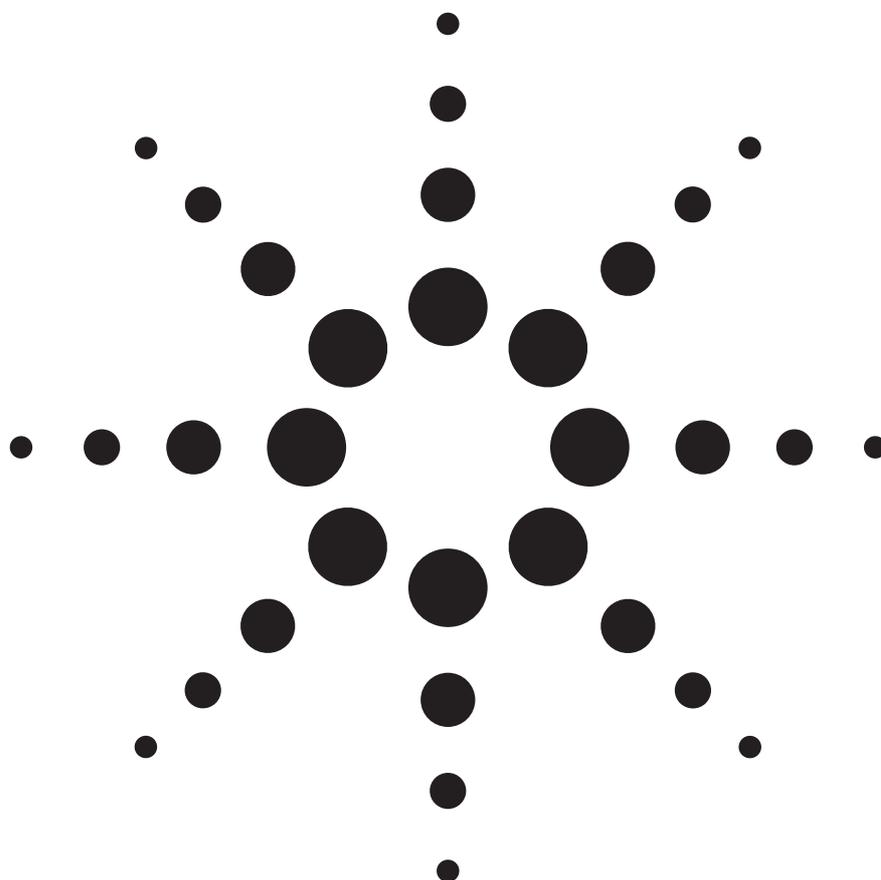


Linuxを使用したテスト・システム：Linuxの基礎

Application Note 1465-27



PC標準のI/Oインタフェースへの移行は、Agilent Openの重要な要素となっています。Linuxでは、USBやLANをサポートしており、テスト・システムに使用する場合は、PC標準のインタフェースをより良く活用できます。本書『Linuxを使用したテスト・システム：Linuxの基礎』は、Linux環境でのテスト機器の制御を解説するアプリケーション・ノート・シリーズの第1弾です。

目次

はじめに：Linuxとは？	2
企業がテスト・システムにLinuxを選択する理由	2
フリー・ソフトウェア：Linux成功の鍵	3
アプリケーション開発に利用できる言語とツール	4
Linuxからの測定器制御	5
まとめ	5

はじめに： Linuxとは？



Linuxの歴史は、GNUプロジェクト¹の歴史と密接に関係しています。GNUプロジェクトは、UNIXオペレーティング・システムのフリー（オープン・ソース）バージョンを開発する目的で、1983年にRichard Stallmanが設立しました。以降、このプロジェクトのもとで数多くのソフトウェアが開発されてきました。しかし、フリーでオープン・ソースのオペレーティング・システム・カーネル（コア）という主要部分は欠けたままでした。

その穴を埋めたのが、Linuxです。当初Linus Torvaldsが1991年に開発したLinuxカーネルは、1992年にGNU GPL（General Public License）のもとでフリー・ソフトウェアとして利用できるようになりました。今日では、LinuxのディストリビューションはLinuxカーネルとGNUのユーティリティ、ライブラリ、ツール（および、ディストリビューションに固有のソフトウェア）の組み合わせとなっています。そのため、これらをGNU/Linuxと呼ぶことがあります。

今日では、商用のLinuxディストリビューション（オペレーティング・システムとアプリケーション・ソフトウェアのパッケージ：図1を参照）も存在しています。つまり、営利目的の団体が資金提供してディストリビューションを開発、管理し、有料でサポート・サービスを提供することがあります。その他のディストリビューションは、コミュニティやボランティアによる貢献に依存しています。

1990年代以降、Linuxは大きな進展を遂げました。当初はインストール、設定、使用ともに難しい、いわばマニアが冒険する遊び場のようなものでした。それが今日では、サーバでもデスクトップでもMicrosoft® Windows®に代わって十分に利用可能なオペレーティング・システムとなっています。また、数多くの組み込みデバイスでも使用されるようになりました。

企業がテスト・システムにLinuxを選択する理由

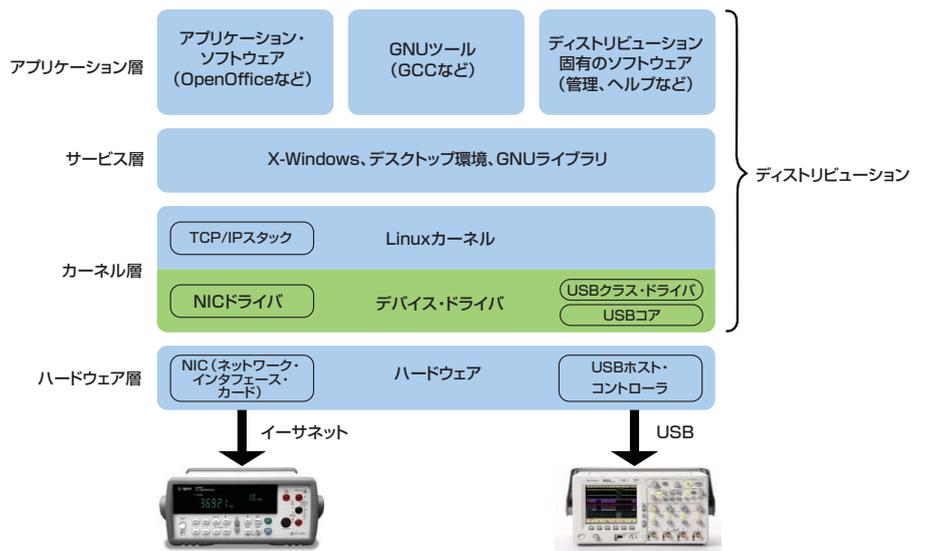
多くのPCを所有する企業や政府機関は、ソフトウェア・ライセンスのコストを削減するためにLinuxを使用しています。また、その高いセキュリティ標準のためにLinuxを採用するところもあります。電子計測アプリケーションでは、以下のような点がより重要な理由となっています。

- **ソフトウェアがいつも最新**：Linuxオペレーティング・システムおよび付属する開発ツールは、GNU GPL（次ページを参照）のもとでライセンスされています。商用の製品と異なり、サポートの終了がありません。ツールがどこかで使用されている限り、そのユーザ・コミュニティが常にその保守を続けていると考えることができます。これは、長期のサポートが必要な航空宇宙、防衛、自動車などの産業で特に重要です。
- **柔軟性と性能**：Linuxオペレーティング・システム（特にそのカーネル）は、個別のアプリケーションに合わせた調整が可能です。例えば、オペレーティング・システムから余分な部分を取り除いたバージョンを使用すれば、小型で軽量のプロセッサ上でも優れた性能を得ることができます。

またスケジューラは、CPU効率の代わりに応答時間とソフト・リアルタイム性能を最適化するように構成できます。このような特長は、物理制御アプリケーションや、電子制御ユニット（ECU）のテストではきわめて重要です。これは、Linuxが組み込みアプリケーションで広く使われる理由にもなっています。

- **安定性**：LinuxやUNIXは、比較的安定した環境であるということが常に言われてきました（近年ではWindowsもそれに追いついたようですが）。安定性は、テストが長時間継続し、ダウンタイムやデータの損失が許されない環境では重要な条件となります（例えば破壊検査やプロセス監視）。
- **ノウハウとソフトウェアの活用**：これまでUNIXを使用してきた企業、大学、研究所には、開発済みのノウハウとアプリケーション・ソフトウェアがあります。電子計測などの新たなアプリケーションを開発する場合は、Linuxでは既存のノウハウを活用して、既存のUNIXソフトウェアを簡単に再利用することができるので、Linuxを代替システムとして使用できます。

図1. Linuxディストリビューションとシステムの構造



フリー・ソフトウェア：Linux成功の鍵

Linuxの成功は、それがフリー・ソフトウェアであるという事実と大きく関係しています。ここで「フリー」とは、エンド・ユーザがソース・コードを調べ、使用し、変更し、コピーすることができる自由を意味しています。今日では、Linuxカーネル、GNUソフトウェア、サードパーティ製のソフトウェアを含むフリー・ソフトウェアの多くが、Richard StallmanとGNUプロジェクトのメンバーが作成したGNU GPL (GNU General Public License)²のもとでライセンスされています。自分の著作物を配布する場合、特に自分のIP (知的財産権) / ソース・コードを保護したい場合には、このライセンス条項の理解が不可欠となります。

GPLでは、ソフトウェアがソース・コードで入手できること、また、そのライセンス条件を受け入れる者は誰でもソフトウェアを改変し、再配布できることが要求されています。ただし、再配布はそれを行う者がGPLを保持している場合にだけ許されます。したがって、改変や拡張を行ったソース・コード (派生著作物) を再配布に含める必要があります。ここでシステム・インテグレータが注目すべき点として、多くのパブリック・ドメイン・ソフトウェアとは異なり、GPLは商用使用を禁止していません。また、派生ソフトウェアの配布やサポートに料金を課すことも許されています。

何をもって派生著作物とするかは、常に明確なわけではありません。例えば、GPLライブラリにリンクされているだけのアプリケーション・ソフトウェアが、それだけで派生著作物になるかについては長い間見解の相違がありました。フリー・ソフトウェア財団 (FSF)³の見解 (挑戦的と見なす者もいる) によれば、ライブラリにリンクされているソフトウェア (静的、動的にかかわらず) はすべて、まさに派生著作物となります。この見解は拡大解釈であり、司法判断によって支持されないだろうと考える人はたくさんいます。

表1: GPLと一般的な使用モデル

ライセンス	適用対象	一般的な使用モデル
GPL	アプリケーション	<p>使用モデル: 従来のフリー・ソフトウェア・アプリケーション。エンド・ユーザへの配布物はすべて、GPLに基づく必要があります。エンド・ユーザがソフトウェアをコピーしたり変更したりする権利を禁止することはできません。</p> <p>商用的な側面: ソフトウェアの配布には一時的な料金を課すことができ、サポート契約などの有料サービスを提供できます。</p>
	ライブラリ	<p>使用モデル: 従来のフリー・ライブラリ。ライブラリをより大きなアプリケーションやシステムの一部 (特に静的リンク) として配布する場合は、アプリケーション全体が派生著作物とみなされることがあり、大事を取ってGPLの採用を考えるべきでしょう。同時に、プロプライエタリ・ライセンスを持つアプリケーションの、GPLライブラリへの動的リンクが許容されるとの見解を多くの人が持っています。</p> <p>商用的な側面: 不明確な点 (したがって、関連するリスク) もありますが、一般的な意見としては、非GPL要素が静的に含まれる限り、アプリケーション・ソフトウェアは商用ライセンスを持つことができます (任意の条件と資金スキームをとまなうフリー・ソフトウェア)。もちろん、法的な不明確さを避けるために、LGPLにもとづいたライブラリの使用が望まれます。</p>
LGPL	ライブラリ	<p>使用モデル: このライセンスはプロプライエタリ・ソフトウェアのライブラリへのリンク (静的な場合にも) を明示的に許容しているため、ライブラリのために広く使用されるようになっていきます。この事実と明確なライセンス条件が、一般にライブラリの商用使用を魅力的なものにしています。</p> <p>商用的な側面: このライセンスは、(プロプライエタリ・ライセンスを持つ) 商用ソフトウェアのために最も安全で柔軟な選択です。</p>

当初のGPLは、ライブラリよりもアプリケーション・ソフトウェアに適合するものでした。したがって、1991年にはライブラリのためのGNU LGPL (GNU Library GPL) が公開されました (後にGNU Lesser GPLと呼ばれる)。もとのGPLとは対照的に、これは商用 (GPLでない) ソフトウェアがそのプロプライエタリ・ライセンスを保持したまま、LGPLに基づいたライブラリにリンクすることを明示的に許容しています。

表1は、これらのライセンス条件と一般的な使用モデルをまとめたものです。

アプリケーション開発に利用できる言語とツール

Linuxでは、多くのオープン・ソースの開発ツールを利用することができます。以下に示すのは、一部に過ぎません。これらのツールはさまざまなアプリケーションで広く利用されていて、多くのディストリビューションで使用できます。ディストリビューションの標準インストール・メディアに含まれているものもあります。

- **コンパイラ**。GNUコンパイラ (GCC) はLinux環境で使用される、最も一般的なコンパイラ・スイートです。これはGNUプロジェクトの重要な部分であり、一般にシステム・カーネルのコンパイル (生成) に使用され、多くのLinuxシステムにとって不可欠な部分でもあります。GCCはC、C++、Java、Pascalなどの多くの言語用のフロントエンドが存在するモジュラ・コンパイラとなっています。また、これらの言語用の標準ライブラリも付属しています。詳細<http://gcc.gnu.org>を参照してください。

- **デバッガ**。GNUデバッガ (GDB) も非常に一般的なツールであり、GCCと同時に使用される強力なコマンドライン・デバッガです。詳細は<http://www.gnu.org/software/gdb>を参照してください。

- **プログラム・エディタ**。Emacs (GNU Emacsともいう) は、柔軟性の高いテキスト・ベースのエディタです。Lispで作成したマクロによる拡張、カスタマイズが可能です。詳細は<http://www.gnu.org/software/emacs>を参照してください。gedit (GNOME用) や kedit (KDE用) など、それぞれのデスクトップ環境に付属する標準のグラフィカル・エディタを使用するプログラムも多くあります。

グラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI) の開発

- **GIMP Toolkit (GTK+)** はGNUプロジェクトの一部であり、LGPLによりライセンスされています。Windowsを含む多くのプラットフォームがサポートされています。GNOMEデスクトップ環境はGTK+をベースにしたものです。詳細は<http://gtk.org>を参照してください。

- **TrolltechのQt Toolkit**にはGPLバージョン (非商用のソフトウェア開発用) と商用バージョン (プロプライエタリ・ソフトウェア用) があります。これも、Windowsを含む多くのプラットフォームをサポートしています。KDEはQtをベースにしたものです。詳細は<http://www.trolltech.com>を参照してください。

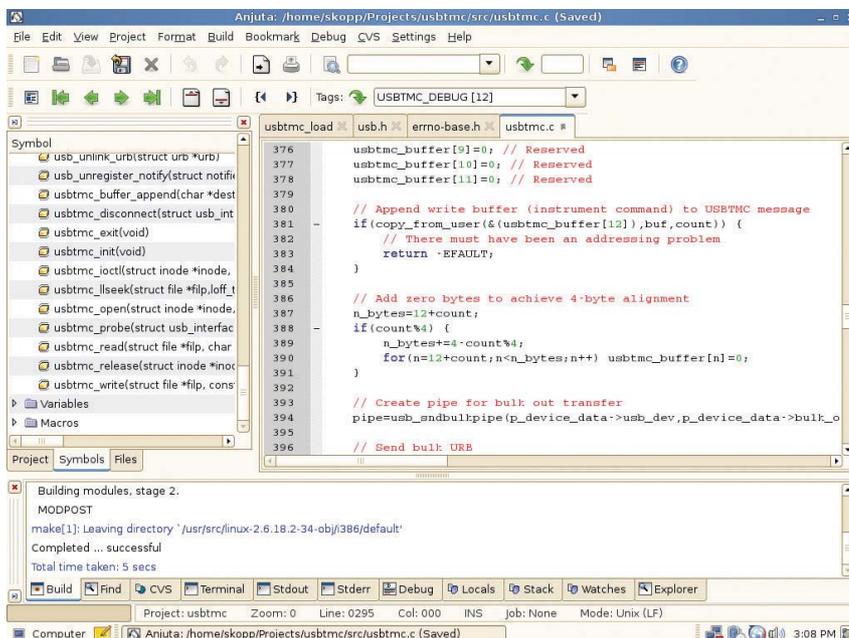
- **FLTK (Fast Light Toolkit)** はLGPLによりライセンスされる軽量のツールキットです。軽量のサ

イズ (とそのライセンス) により、プロプライエタリ・アプリケーションとの静的リンクが可能です。これも、Windowsを含む多くのプラットフォームをサポートしています。詳細は<http://www.fltk.org>を参照してください。

- **統合開発環境 (IDE)**。Anjuta (GNOME用、<http://anjuta.sourceforge.net>を参照)、KDevelop (KDE用、<http://www.kdevelop.org>を参照)、Eclipse (<http://www.eclipse.org>を参照) などの、いくつかのオープン・ソースのIDEがあります。図2を参照してください。

他にもフリー・ソフトウェア・ツールを探す場合は、<http://directory.fsf.org>のフリー・ソフトウェア・ディレクトリの利用をお勧めします。このディレクトリはフリー・ソフトウェア財団 (FSF) が運営し、UNESCOによる支援を受けています。

図2. Anjutaなどの統合開発環境 (IDE) では、効率的な開発とデバッグが行えます。



Linuxからの測定器の制御

VXIplug&play、IVI-C、最新のIVI-COMをはじめ、一般的な測定器ドライバの規格はすべてWindows用に設計されています。これらはLinuxでは使用できません。しかし、多くの場合Linuxでは測定器ドライバが必要ありません。

ほとんどのAgilent測定器はメッセージ・ベースであり、一般にSCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) 規格⁴ (1990年策定) に従ったテキスト・コマンドを使用して制御できます。SCPIの利点は、この規格がベンダにもインタフェースにも依存しないところです。例えば、多くのAgilent測定器でいくつかのI/O (GPIB、USB、LANなど) を選択できますが、どのインタフェースでも全く同じSCPIコマンドを使用することができます。

Agilentは標準のPCインタフェース (特にLANおよびUSB) を測定器のために使用することを提唱してきました。Linuxのユーザは、すぐにこの計画から恩恵を受けることができます。それは、Linuxではユーザが選択したディストリビューションやバージョンでは使用できないかもしれない、プロプライエタリ・インタフェース・ドライバをインストールする必要がないからです。どのような種類のLinuxを使用しているか、LANおよびUSBのサポートはオペレーティング・システムに内蔵されています。このため、ニーズや好みに最も適合したディストリビューションを自由に選択することができます。

LXI⁵測定器は、RPCをベースにしたVXI-11⁶プロトコル、またはダイレクトTCPソケット通信により制御されます。どちらの方法も分かりやすく使用が容易ですが、TCPはそれ自体がメッセージ/ストリームをベースにしているため、特に洗練された使用が可能です。このシリーズの次のアプリケーション・ノートAN 146528『Using Linux to Control LXI Instruments Through VXI-11』およびAN 1465-29『Using Linux to Control LXI Instruments Through TCP』では、これらの方法 (それぞれVXI-11とTCP) について詳しく解説しています。

AgilentのUSB測定器は、一般にUSBTCM (USB Test and Measurement Class) 規格⁷に準拠して実装されています。この規格はUSB-IF (USB Implementers Forum) との密接な連携のもと、Agilentを含む業界団体によって開発されました。Linuxカーネルが内蔵するUSBサポートを使用してUSB測定器を制御する方法については、アプリケーション・ノートAN 1465-30『Using Linux to Control USB Instruments』で解説する予定です。

まとめ

オープン・ソースの開発ツールを数多く利用できるLinuxは、大きな柔軟性をもたらします。Agilent OpenとPC標準インタフェースへの移行は、電子計測分野でもその柔軟性を拡大します。Linuxでは好みのディストリビューションやバージョンを選ぶことができ、内蔵のLAN/USBサポートを利用して測定器を制御することができます。

- 1 詳細は<http://www.gnu.org>を参照してください。
- 2 各GNUライセンスの詳細と正式な条項については、<http://www.gnu.org/licenses>を参照してください。
- 3 フリー・ソフトウェア財団は、フリー・ソフトウェアの促進を目的にRichard Stallmanによって設立された非営利の団体です。詳細は<http://www.fsf.org>を参照してください。
- 4 詳細は<http://www.scpiconsortium.org>を参照してください。
- 5 詳細は<http://www.agilent.co.jp/find/lxi>を参照してください。
- 6 VXI-11仕様は<http://www.vxi.org/freepdfdownloads>からダウンロードできます。
- 7 USBTCM仕様はhttp://www.usb.org/developers/devclass_docs#approvedからダウンロードできます。

Agilentの関連カタログ

1465シリーズ・アプリケーション・ノートでは、テスト・システムの構築、テスト・システムで有効にLAN/WLAN/USBを使用する方法、RF/マイクロ波テスト・システムの最適化と拡張について豊富な情報を提供しています。このシリーズの以下のようなアプリケーション・ノートをまとめて利用できます。

- 『Test-System Development Guide: A Comprehensive Handbook for Test Engineers』 (カタログ番号5989-5367EN)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-5367EN.pdf>

テスト・システム開発

- 『Test-System Development Guide』 Application Note 1465-1~1465-8 (カタログ番号5989-2178EN)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2178EN.pdf>
- 『システム開発者ガイド:テスト・システムでのLANの使用:基礎』 AN 1465-9 (カタログ番号5989-1412JA)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1412JA.pdf>
- 『テスト・システムでのLANの使用:ネットワークの設定』 AN 1465-10 (カタログ番号5989-1413JA)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1413JA.pdf>
- 『システム開発ガイド:テスト・システムでのLANの使用:PCの設定』 AN 1465-11 (カタログ番号5989-1415JA)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1415JA.pdf>
- 『システム開発ガイド:計測環境でのUSB使用』 AN 1465-12 (カタログ番号5989-1417JA)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1417JA.pdf>
- 『システム開発ガイド:SCPI+ダイレクトI/O、ドライバの使用法』 AN 1465-13 (カタログ番号5989-1414JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1414JAJP.pdf>
- 『システム開発ガイド:テスト・システムにおけるLANの使用法:アプリケーション』 AN 1465-14 (カタログ番号5989-1416JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-1416JAJP.pdf>
- 『システム開発ガイド:テスト・システムでのLANの使用:システムI/Oのセットアップ』 AN 1465-15 (カタログ番号5989-2409JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2409JAJP.pdf>

Agilentの関連カタログ (続き)

- 『LXIによる次世代テスト・システム』
AN 1465-16 (カタログ番号5989-2802JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2802JAJP.pdf>

RF/マイクロ波テスト・システム

- 『RF/マイクロ波テスト・システムの構成要素の最適化』
AN 1465-17 (カタログ番号5989-3321JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-3321JAJP.pdf>
- 『RF/マイクロ波テストシステムのテスト品質向上のための6ヒント』
AN 1465-18 (カタログ番号5989-3322JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-3322JAJP.pdf>
- 『システムの信号経路の校正：ベクトルおよびスカラー補正法による測定精度の向上』
AN 1465-19 (カタログ番号5989-3323JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-3323JAJP.pdf>

LXI (LAN eXtensions for Instrumentation)

- 『次世代LXIテスト・システム』
AN 1465-20 (カタログ番号5989-4371JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-4371JAJP.pdf>
- 『LXIに移行する10の理由』
AN 1465-21 (カタログ番号5989-4372JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-4372JAJP.pdf>
- 『GPIBからLXIへの移行』
AN 1465-22 (カタログ番号5989-4373JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-4373JAJP.pdf>
- 『PXI、VXI、LXIによるハイブリッド・テスト・システムの構築』
AN 1465-23 (カタログ番号5989-4374JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-4374JAJP.pdf>
- 『テスト・システムにおけるシンセティック測定器の使用法:利点とトレードオフ』
AN 1465-24 (カタログ番号5989-4375JAJP)
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-4375JAJP.pdf>

メモとしてお使いください



電子計測UPDATE

www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan

Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。



Agilent Direct

www.agilent.co.jp/find/agilentdirect

テスト機器ソリューションを迅速に選択し使用できます。



Agilent Open

www.agilent.co.jp/find/open

Agilentは、テスト・システムの接続とプログラミングのプロセスを簡素化することにより、電子製品の設計、検証、製造に携わるエンジニアを支援します。Agilentの広範囲のシステム対応測定器、オープン・インダストリ・ソフトウェア、PC標準I/O、ワールドワイドのサポートは、テスト・システムの開発を加速します。



www.lxistandard.org

LXIIは、GPIBのLANベースの後継インタフェースで、より高速で効率的な接続を行えます。Agilentは、LXIコンソーシアムの設立メンバーです。

タックス・ペンギンのロゴは、GIMPを使用してLarry Ewingにより作成されました。

MicrosoftおよびWindowsはMicrosoft Corporationの米国登録商標です。

Remove all doubt

アジレント・テクノロジーでは、柔軟性の高い高品質な校正サービスと、お客様のニーズに応じた修理サービスを提供することで、お使いの測定機器を最高標準に保つお手伝いをしています。お預かりした機器をお約束どおりのパフォーマンスにすることはもちろん、そのサービスをお約束した期日までに確実にお届けします。熟練した技術者、最新の校正試験プログラム、自動化された故障診断、純正部品によるサポートなど、アジレント・テクノロジーの校正・修理サービスは、いつも安心して信頼できる測定結果をお客様に提供します。

また、お客様それぞれの技術的なご要望やビジネスのご要望に応じて、

- ・アプリケーション・サポート
 - ・システム・インテグレーション
 - ・導入時のスタート・アップ・サービス
- など、専門的なテストおよび測定サービスも提供しております。

世界各地の経験豊富なアジレント・テクノロジーのエンジニアが、お客様の生産性の向上、設備投資の回収率の最大化、測定器のメンテナンスをサポートいたします。詳しくは：

www.agilent.co.jp/ind/removealldoubt

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 9:00-19:00 (土・日・祭日を除く)

FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。

TEL ■■■ 0120-421-345
(042-656-7832)

FAX ■■■ 0120-421-678
(042-656-7840)

Email contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ
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。

Copyright 2007

アジレント・テクノロジー株式会社



Agilent Technologies

July 10, 2007
5989-6715JAJP
0000-00DEP