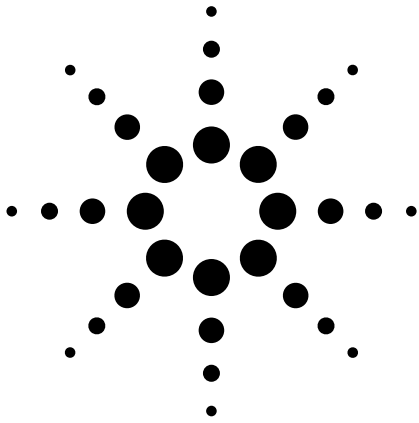




GPRS/EDGE入門

Gerry Fitzpatrick & Pete Goldsack,
Agilent Technologies, Inc.

GPRSとは

GPRS (General Packet Radio Service) はGSMのデータ・サービスで、対応する機器を持つモバイル・ユーザに、従来のモデムと同等の速度のデータ転送を提供します。GPRSはGSMシステムにプロトコル・レイヤと2種類のネットワーク・コンポーネントを追加したもので、パケット交換、複数のタイムスロット、新しいパワー制御手順を使用して高速かつ効率的なデータ転送を達成しています。

EDGEとは

EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution) はEGPRS (Enhanced GPRS) とも呼ばれ、近く登場予定のGPRSサービスに対する拡張です。新しい高速な変調フォーマットを追加し、GPRSプロトコル・レイヤの1つを変更することにより、最高でGPRSの3倍高速なデータ・レートを実現します。

データ・サービス - 可能性と現実

1つのタイムスロットで伝送される従来のGSM回線交換データは、最高で14.4 kb/s、通常の雑音の多い(現実的な)ネットワーク条件では9.6 kb/s程度のデータ・レートしか実現できません。

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) は、複数のタイムスロットを使用するという考え方を導入することで、速度を向上させ、14.4 kb/sのタイムスロットを4つ使うことで最高58 kb/sの理論的なデータ転送レートを可能にしました。この場合も、1人のユーザに多くのタイムスロットを割り当てることが可能であり、ネットワーク条件が高いデータ・レートに適しているという仮定が必要です。HSCSDはコネクション・オリエンテッド型の技術なので、無線ビデオ会議などのリアルタイム・アプリケーションには最適な無線データ・ソリューションですが、ネットワーク・リソースの経済的な利用という点では問題があります。

GPRSも複数のタイムスロットを割り当てるという考え方を採用していますが、タイムスロットを複数のユーザで共有する点が大きく異なっています(このため、ユーザがすべてのスペースを利用できる可能性が高まります)。データが転送されるのは、ユーザがデータを送受信する必要があるときだけです(パケット交換の考え方)。タイムスロットあたりのデータ・レートは、9 kb/sから21.4 kb/sまで変化します。したがって、理論的な最高データ・レ

ートは、8個のタイムスロットが割り当てられ、それらすべてで最高速度が実現された場合の171 kb/sです。EDGEの場合、タイムスロットあたりのデータ・レートは9~59.2 kb/sの範囲で、理論的な最高レートは472 kb/sです。実際にユーザがどれだけ最高レートに近い速度が得られるかは問題ですが、同じリソースに対して競合するユーザの数が多すぎなければ、GPRSではV.90モデム(56 kb/s)と同等の速度が現実的に実現できると考えられます。

スループットの他に、GPRSがHSCSDに比べて大きく優れている点は、ネットワーク効率です。システムは専用のチャンネルを割り当てないので、ユーザとリソースが接続されるのは、どちらかに送信するデータがあるときだけです。このためGPRSでは、使用可能なタイムスロットをすべてデータで埋めることができ、GSM/HSCSDでユーザの会話が途切れたり、ダウンロードを待っている間に発生する未使用のタイムスロットを避けることができます。



Agilent Technologies

GPRSのネットワーク・トポロジー

図1を参照してください。GPRSを実現するには、**BSC (Base Station Controller)**に別のデータ経路を提供する1対のネットワーク・コンポーネントを追加する必要があります。BSCに音声が届くと、BSCはそれを**MSC (Mobile Switching Center)**に送ります。BSCにデータが届くと、BSCはそれを**SGSN (Serving GPRS Support Node)**に送ります。SGSNは、GPRSがTCP/IPなどのデータ・ネットワークに適合するようにどのように設計されたかを理解する最初の手がかりとなります。SGSNがGPRSネットワークに提供するサービスは以下の通りです。

1. 固定および動的アドレスをサポートするIPルータ
2. 新しいETSI暗号標準を使用したセキュリティ
3. モビリティ管理
4. 認証
5. **QoS (サービス品質)**を含むセッション管理
6. 圧縮

上の1番目の項目をもう一度見てください。IPルータが存在するということは、インターネット上のアドレッシング可能なすべての機器と同様に、GPRS移動機はIPアドレスを持つということです。5番目の項目もまた、システムにとって新しい機能の存在を示します。QoSとは、コストに基づくサービス・レベルを表すパラメータの集合です。移動機のユーザは、QoSが高いほど価格も上がることを承知した上で、セッション品質を選ぶことができます。QoSの値は、セッションの優先度、データの遅延、接続の信頼性、ピーク・スループット、持続スループットを定義しています。例えば、バックグラウンドでメールをダウンロードするだけなら安価なQoSを選び、セキュア・サーバとのトランザクションを行う場合は最高のサービスを受けるために追加の費用を払うといったことができます。また、別々のアプリケーションが同時に異なるQoSを持つことも可能です。

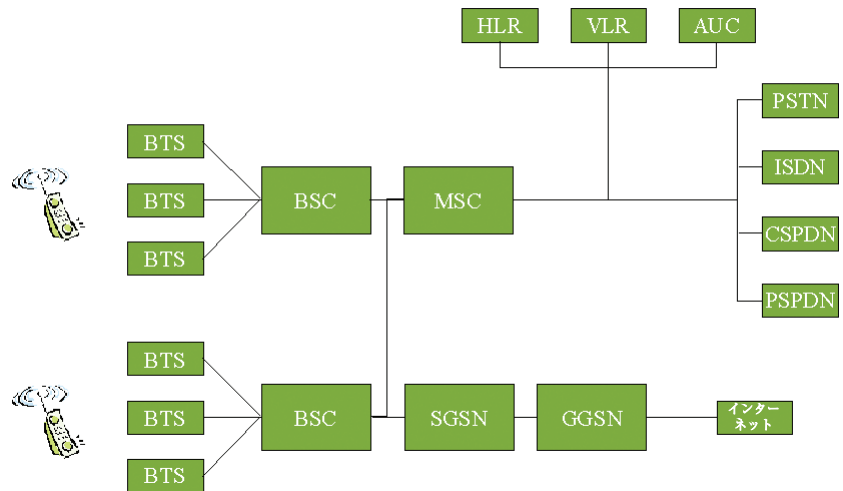


図1 GSM/GPRSネットワークのコンポーネント

SGSNから、GPRS外部のネットワーク宛のデータ・パケットは**GGSN (Gateway GPRS Support Node)**を通ります。このノードは以下の機能をネットワークに提供します。

1. GPRSネットワークと外部のパケット・データ・ネットワークとの間のゲートウェイ
2. GPRSのファイアウォール
3. GGSN間のローミングの管理
4. ポイント・ツー・マルチポイント（PTM）サービス・センターを含む

SGSNとGGSNは、1つのユニットでも、2つのユニットでも、同じ場所にあっても、別の場所にあってもかまいません。

セル(BTS)

ネットワークの観点から見ると、GPRSは柔軟に設計されています。新しい論理チャネル**PBCCH (Packet Broadcast Control Channel)**が追加されています。これは標準のGSMの**BCCH (Broadcast Control Channel)**を強化したものです。機能は同じですが、GSMでなくGPRS関連の情報が伝送されます。論理チャネルに関する最

も注目すべき新機能は、サービス・プロバイダがGSMチャネルとGPRSチャネルの割合をリアルタイムで変更できることです。例えば、夜間のトラヒックがデータ主体だとすれば、毎日午後5:30にサービス・プロバイダは音声チャネルの一部をデータ・チャネルに切り替えることができます。朝の混雑時間帯になったら、元の音声チャネルに戻します。このような柔軟性が実現されています。

もう1つの興味深い変更は、システムにおける**BCCH (Broadcast Control Channel)**と**PBCCH (Packet Broadcast Control Channel)**の扱いです。GPRSを実装するプロバイダは、PBCCHを送信せず、代わりに既存のBCCHにGPRS情報を追加することができます。GPRS移動機のためにPBCCHを実装する場合は、このチャネルにGSM情報を含めることができます。これにより、GSMとGPRSの両方の機能を持つ移動機は、1つのブロードキャスト・チャネルを扱うだけで済みます。ここにも柔軟性が実現されています。

各無線ブロックは、RLCの識別子、すなわち **BSN (Block Sequence Number)** を付加して作成されます。複数の経路と複数のタイムスロットで伝送される無線ブロックは、妨害の多いRF環境で劣化し、再構成不可能になって消失したと見なされる場合があります。RLCは、**ARQ (Automatic Repeat reQuest)** プロトコルを使って、LLCフレームを完全に再生します。正しい無線ブロックがすべて揃わない場合、ARQは送信側のRLCに対して、消失したブロックの再送信をBSNにより要求します。このように消失して再送信された無線ブロックの割合のことを **BLER (Block Error Rate)** といい、

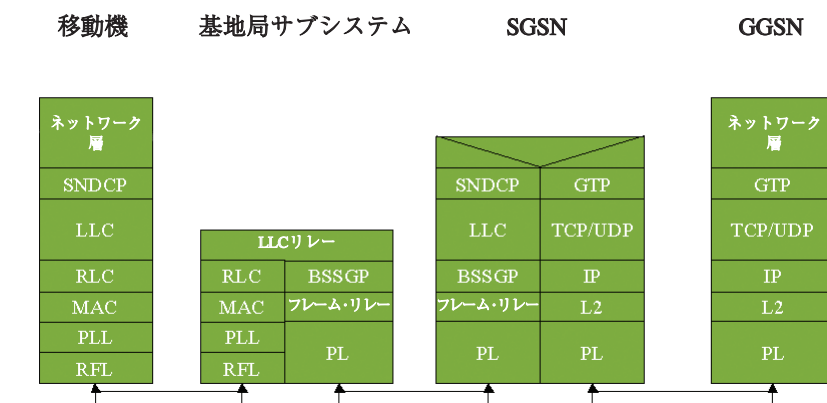


図2 GPRSの伝送レイヤ

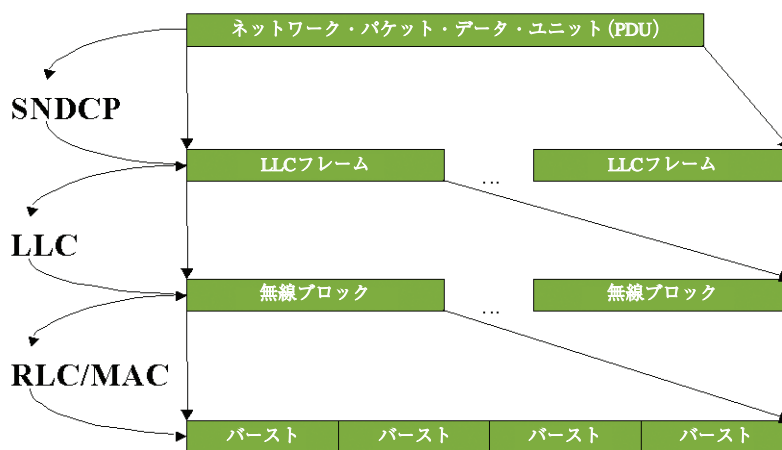


図3 GPRSのデータ・パケットのフレーム構造

通常はパーセントで表します。この方式では、システムの再送タイマがタイムアウトした場合に限り、完全なデータを伝送できません。この方式の副作用として、GPRSでノイズの多いチャネルが存在すると、無線ブロックの再送信のためだけにかなりの量のトラヒックが発生します。GPRSを利用する移動機ユーザは、待つことさえいわずに、RF環境が劣悪でもほぼ確実にデータを受け取れます。

EDGEでは、インクリメンタル・リダ
ンダンシーおよびリンク・アダプテー
ションの導入によって、この潜在的な
問題を改善しています。これらの方式

では、消失した無線ブロックの再送信に用いられるデータ・エンコーディング方式が動的に変更され（リンク・アダプテーション）、インクリメンタル・リダンダンシーでは前に送信されたのとは異なる無線ブロックの一部が送信されます。この実現には、特定のビットを破棄し（パンクチャリングと呼ばれる）、複雑なコンボリューショナル・デコーディングによって回復します。これがうまくいかない場合、インクリメンタル・リダンダンシーは、既知のビットの異なる組合わせをパンクチャするように要求し、前の伝送と新しい伝送の組合わせによって元のデータを再生しようと試みます。

注意が必要なレイヤがあと2つあります。PLL (Physical Link Layer) と RFL (RF Layer) です。これらは従来と同じく、順方向エラー訂正、インターリーブ、変復調、周波数選択などの物理層のタスクを実行しています。これらのレイヤの新しいタスクとして、優れた**チャンネル・コーディング方式**の実現があります。GPRSには4つのレベルのコーディングが用意されています。最初のCS-1レベルは1/2コンボリューション・コードで9600 b/sの安全なデータ(パンクチャなし)で、最後のCS-4レベルは21,400 b/sでエラー・コーディングなしの高スループットのデータです。EDGEの場合はさらに複雑で、MCS1 (9600 b/s) からMCS9 (59200 b/s) までの8種類の基本コーディング方式があり、その一部はノイズ耐性の低い**8PSK (8 Phase Shift Keying)** 変調方式を使用しています。

同じように違うRFトラヒック・チャンネル

GPRSがGSMにもたらす変化の中で最も興味深く注目すべきものは、RFトラヒック・チャンネルの使用法が異なることです。GSMの場合、移動機と基地局は、呼の間、どちらもデータを送信していないときでも、専用のアップリンク／ダウンリンク・ペアを共有します。GPRSでは、移動機は送信するデータがあるときだけタイムスロットが割り当てられるので、空いたスロットを他のユーザに解放できます。GPRSではアップリンクとダウンリンクの結びつきは緩く、別々に扱われます。

GPRSのアップリンク

移動機が送信しようとする場合、移動機はBSCに連絡してリソースを要求します。移動機はごくわずかなリソース(無線ブロック1個)を要求することも、不定の量を要求することもできます。

ネットワークは3つの**アロケーション・モード**を使って、要求された伝送量と現在のネットワーク・トラヒックに基づいて、移動機にどれだけの無線ブロックを与えるかを決定します。**ダイナ**

ミック・アロケーション・モードでは、BSCは移動機に1つのチャンネルを与え、伝送に使用することを認められた各タイムスロットに**USF (Uplink State Flag)**を設定します。USFは各移動機とタイムスロットに固有の3ビットの番号で、アップリンク上のトラヒックの割り当てを決めるために用いられます。重要なこととして、3ビットの番号を使うことにより、最大7台(1つのUSF値は予約済み)の移動機が各タイムスロットを共有できます。例えば、チャンネル6のタイムスロット4に割り当てられた移動機は、ダウンリンク・チャンネル6のタイムスロット4でUSFをデコードします。ダウンリンクをモニタして正しいUSFをデコードした移動機は、対応するアップリンクの次の無線ブロックが自分のものであることが分かります。ブロックの数は、1からネットワークが保持している一定の倍数までの範囲で変化します。

移動機は送信を終了するとタイムスロットを解放し、USFのデコードに戻ります。マルチスロット伝送で割り当てられた各スロットごとに独立に、移動機はこのデコード／送信のプロセスを実行します。

固定アロケーション・モードでは、移動機とネットワークが一定の数のタイムスロットと無線ブロックを使うことを合意します。このモードは仮想回線に似ていて、移動機はUSFを考慮せずに合意されたデータをすべて送信できます。最後のモードは**拡張ダイナミック・アロケーション**と呼ばれます。拡張モードでは、移動機は割り当てられたタイムスロットのそれぞれでUSFを探します。自分用のUSFをデコードした移動機は、合意されたブロックのデータを、デコードされたタイムスロットと、割り当てられたタイムスロットのうちそれより番号が大きいものすべてを使って送信できます。拡張モードはダイナミック・モードに似ていますが、最初にデコードされたUSFだけで決まる点が異なります。

GPRSのダウンリンク

移動機はダウンリンクの割り当てられた各タイムスロットでUSFを監視しています。無線ブロックのヘッダには、USFの他にTFIという情報があります。これはTBFのすべての無線ブロックを個々の移動機と対応付けるパラメータです。送信の機会を待っている移動機は、TFIを含むデータ・ブロックも監視しています。この方式は、ファーストフード店で注文して番号札をもらい、注文の品ができたら番号が呼ばれるのと似ています。お客はみな調味料置き場のあたりで呼ばれるのを待っていますが、GPRSもこれと同じです。TFIは5ビットのフィールドなので、ダウンリンクの特定のタイムスロットのデータを監視できる移動機は最大32台です。

パワー制御 — 効率性の帰結

完全に実装されたGPRSセルは、すべてのバーストがデータを含む可能性が高いため、大量のノイズをまき散らすことになります。この状況を緩和するために、新しい高度なパワー制御方式が必要です。GPRSはCDMAと同様に、開ループと閉ループの両方のパワー制御を利用します。また、移動機と基地局の両方が個々のタイムスロットのパワーを変化させることができます。これらの変化は、全システム・パワーを低下させるように設計されており、干渉全体を減らす効果があります。以下の説明では図4を参照してください。

まず、アップリンクのパワー制御から始めます。GPRS移動機はスロットごとにパワーを調整でき、スロットのパワーは無線ブロックのバースト4個の間一定です。移動機は、BTSからの閉ループ値PMAXと、移動機が計算した開ループ値の2つのパワー・レベルのうち小さい方で送信します。開ループの式の変数は、受信パワー、周波数バンド、チャンネル番号、ネットワーク定数です。

ダウンリンクのパワー制御では、状況はこれより複雑です。基地局は各タイムスロットで複数の移動機にデータを送信していることを思い出してください。これらの移動機は広い地理的範囲に散らばっている可能性があり、基地局に近いものもあれば、セルの限界近くのものもあるかもしれません。ブロードキャスト・パワーはUSFをデコードするすべての移動機に対して十分な強さでなければならないので、基地局の送信パワーには下限があります。

基地局がダウンリンクのパワーを変化させるには、2つのモードがあります。**パワー制御モードA**は、ダイナミックまたは拡張ダイナミック・アロケーション・モードを使っているチャンネルで使用できます。このモードでは、基地局はBCCHパワーからシステム定数を引いたものから、その10 dB下までの間にパワーを設定できます。これによりネットワーク・プロバイダは、そのチャンネルで最も遠い移動機に対してちょうど十分なレベルに全システム・パ

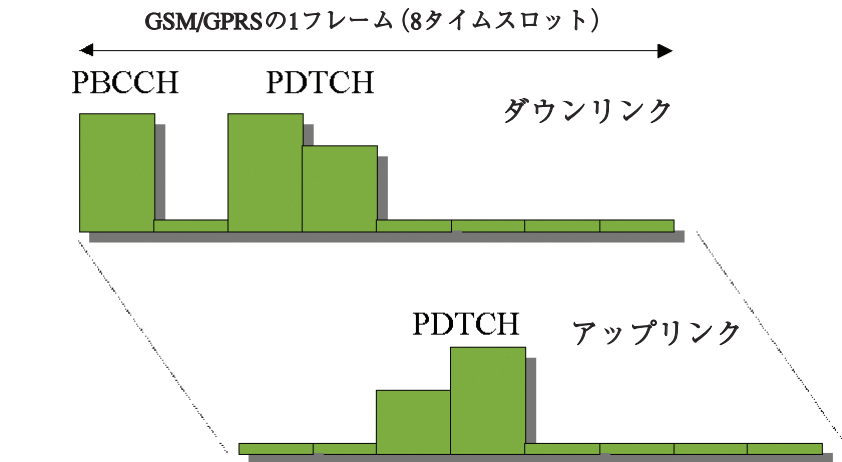


図4 タイムスロットとパワー・レベル — 2スロットのセッション

ワーを下げることができます。**パワー制御モードB**は、固定アロケーション・データ転送を行う移動機に対して用いられ、基地局ブロードキャスト・チャンネルの（最大）レベルの20 dB下までのレンジを持ちます。パワー・レベルは各タイムスロットに適用され、移動機がブロックを正しくデコードできる大きさであれば十分です。パワー制御モードBの伝送に関して注意すべきことは、USFをデコードしている他の移動機が同期を保てるように、360 msごとにブロードキャスト・チャンネルのパワーを上げる必要があることです。このようにパワー・レベルが変動することは、電話機の送信機と受信機の性能もそれだけ上がらなければならないことを意味します。GPRSの他の側面と同様に、パワー制御に関しても、移動機に対する要求水準は従来のGSMの場合よりもいくぶん高くなります。

将来の予想

ここで説明したものは、すでに多くのネットワークに採用されているGPRSと、まもなく登場予定のEDGEでした。

では、これらのサービスでどのようなことが可能になるのでしょうか？未来はどのようになるのでしょうか？以下に述べることは、ここ数年内に注目を浴びるかもしれませんし、忘れられて消えていくかもしれません。

1. MMS（マルチメディア・メッセージ・サービス）は、現在普及しているテキスト・メッセージング（SMS）を大きく拡張するもので、画像、音楽、動画などの送信を可能にします。
2. モバイル・データ・サービスの改良により、モバイル・ゲームが普及すると予想されます。従来のマルチプレイヤー型のゲーム（Quakeなど）とは多少違う感覚のゲームになるでしょう。高速とはいえ、GPRSは従来のマルチプレイヤー型ゲームを無線で実現するにはレイテンシが大きすぎます。
3. 位置特定サービスは大きな影響を与えそうです。これは移動機が自分の位置を知ることができるサービスです。リアルタイムで自分の位置がわかれば、さまざまな新しいアプリケーションが実現できそうです。
4. ビデオ・ストリーミング：DVDの品質には及びませんが、高いデータ・レートを使えば実現可能です。

これらのサービスは、より大規模なアプリケーションが動作する新しい端末への需要を刺激するために不可欠です。これらはまた、W-CDMAなどの3Gテクノロジーが約束するより高いデータ・レートに対する見本の役割を果たすでしょう。

サポート、サービス、およびアシスタンス

アジレント・テクノロジーが、サービスおよびサポートにおいてお約束できることは明確です。リスクを最小限に抑え、さまざまな問題の解決を図りながら、お客様の利益を最大限に高めることにあります。アジレント・テクノロジーは、お客様が納得できる計測機能の提供、お客様のニーズに応じたサポート体制の確立に努めています。アジレント・テクノロジーの多種多様なサポート・リソースとサービスを利用すれば、用途に合ったアジレント・テクノロジーの製品を選択し、製品を十分に活用することができます。アジレント・テクノロジーのすべての測定器およびシステムには、グローバル保証が付いています。製品の製造終了後、最低5年間はサポートを提供します。アジレント・テクノロジーのサポート政策全体を貫く2つの理念が、「アジレント・テクノロジーのプロミス」と「お客様のアドバンテージ」です。

アジレント・テクノロジーのプロミス

お客様が新たに製品の購入をお考えの時、アジレント・テクノロジーの経験豊富なテスト・エンジニアが現実的な性能や実用的な製品の推奨を含む製品情報をお届けします。お客様がアジレント・テクノロジーの製品をお使いになる時、アジレント・テクノロジーは製品が約束どおりの性能を発揮することを保証します。それらは以下のようなことです。

- 機器が正しく動作するか動作確認を行います。
- 機器操作のサポートを行います。
- データシートに載っている基本的な測定に係わるアシストを提供します。
- セルフヘルプ・ツールの提供。
- 世界中のアジレント・テクノロジー・サービス・センタでサービスが受けられるグローバル保証。

お客様のアドバンテージ

お客様は、アジレント・テクノロジーが提供する多様な専門的テストおよび測定サービスを利用することができます。こうしたサービスは、お客様それぞれの技術的ニーズおよびビジネス・ニーズに応じて購入することが可能です。お客様は、設計、システム統合、プロジェクト管理、その他の専門的なサービスのほか、校正、追加料金によるアップグレード、保証期間終了後の修理、オンサイトの教育およびトレーニングなどのサービスを購入することにより、問題を効率的に解決して、市場のきびしい競争に勝ち抜くことができます。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、製品の測定精度の維持をお手伝いします。

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
(12:00～13:00も受付中)
※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
(0426-56-7832)

FAX ☎ 0120-421-678
(0426-56-7840)

E-mail: contact_japan@agilent.com

電子計測ホームページ

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

- 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 2003

アジレント・テクノロジー株式会社



Agilent Technologies

February 27, 2003
5988-5743JA
0000-00DEP